CUPRINS

CAPITOLUL 1

CONSIDERAŢII GENERALE PRIVIND PROIECTAREA

Activitatea de proiectare în construcţia de maşini are ca scop fie realizarea unui produs nou, fie perfecţionarea unui produs existent. Pentru a putea elabora un proiect, proiectantul trebuie să aibă la dispoziţie o temă care să conţină cît mai multe date privind produsul ce trebuie proiectat.

Prima fază a activităţii de proiectare poate fi numită *faza de concepţie* a construcţiei care se proiectează. Prin concepţie nu se înţelege, în mod obligatoriu, a inventa o construcţie complet nouă sau a descoperi un procedeu necunoscut în trecut, ci de cele mai multe ori, înlocuirea unui produs tehnic cunoscut cu unul mai perfecţionat. Dealtfel invenţia nu se bazează pe „norocul" inventatorului de a avea o „idee genială", ci pe documentare, cercetare ştiinţifică, proiectare, realizare practică. În faza iniţială a activităţii de proiectare, gîndirea creatoare este canalizată în direcţia sintetizării datelor din literatura de specialitate sau a celor existente în activitatea practică. Gîndirea creatoare are nevoie de ajutorul imaginaţiei (sau a spiritului de inventivitate) care, prin combinarea celor realizate şi cunoscute şi completarea cu idei noi să se ajungă la soluţii noi. Rezultatul fazei de concepţie în proiectare poate fi o simplă schiţă, în care soluţia dorită este reprezentată numai principial şi schematic.

Faza următoare a activităţii de proiectare constă în *prelucrarea soluţiei adoptate*, astfel încît aceasta să se concretizeze în forma cerută de nevoile practicii. În această fază, proiectantul este preocupat nu numai de problemele generale, de ansamblu, ci şi de elementele care constituie părţile componente ale produsului ce-l proiectează. Aceste elemente trebuie elaborate, pornind de la formele lor geometrice, trecînd apoi la formele lor principale, pentru a putea stabili — la sfîrşit — pentru fiecare element forma funcţională corespunzătoare rolului pe care elementul respectiv îl are în cadrul ansamblului. În această fază trebuie gîndite diferite soluţii şi apoi analizate comparativ; rezultatele procesului de elaborare trebuie verificate prin calcule şi comparate cu realizări practice.

În funcţie de pregătirea lui profesională şi de formaţia lui intelectuală, proiectantul începător are tendinţa de a da o importanţă exagerată fie calculelor tehnice, fie spiritului tehnic, format prin experienţa practică. Sînt însă multe cazuri în care problemele de proiectare „nu pot fi rezolvate numai cu ajutorul spiritului tehnic", oricît de dezvoltat ar fi acesta. Pe de altă parte, chiar în stadiul actual de dezvoltare al ştiinţelor tehnice, nu este întotdeauna posibil să se determine anumite dimensiuni, „numai cu ajutorul calculelor". Totdeauna există parametri care nu pot fi cuprinşi în relaţii de calcul, sau, dacă aceasta este posibil, uneori determinarea lor prin calcul este prea complicată, iar precizia obţinută la stabilirea valorilor lor nu corespunde necesităţilor de proiectare. În cadrul unei activităţi „sistematice" de proiectare, proiectantul trebuie să îmbine armonios „spiritul tehnic" cu „calculele".

În faza a treia a elaborării proiectului, numită *faza de construcţie*, procesul de gîndire trebuie sistematizat. Activitatea de proiectare se desfăşoară „pe planşetă", unde se analizează cerinţele cu posibilităţile de realizare industrială a produsului proiectat. După ce s-au stabilit dimensiunile principale şi s-a stabilit forma funcţională pentru fiecare piesă componentă urmează prelucrarea acestor forme funcţionale astfel ca ele să poată fi executate. În acest scop pentru fiecare piesă trebuie stabilite dimensiunile constructive, materialul, calitatea suprafeţei pe porţiuni, tratamentul termic etc. Prin aceasta se elaborează forma constructivă ceea ce constituie ultima parte a fazei de construcţie. Rezultatul acestei faze este forma constructivă a pieselor şi care se reprezintă în desenele de execuţie.

Proiectantul trebuie să fie înzestrat, în special, cu „simţul formelor şi al dimensiunilor", să „vadă" în spaţiu formele pieselor desenate pe planşetă, să aibă o imagine clară a formelor geometrice ale pieselor, ca şi modul în care forma constructivă derivă din forma geometrică, să prevadă cum va decurge montarea şi care vor fi solicitările mecanice şi fluxul de forţe, ca şi diferitele feluri de solicitări pe care piesa le va suferi în exploatare.

Activitatea desfăşurată de proiectant în „faza de construcţie" îşi atinge scopul dacă reuşeşte să transforme soluţia elaborată în „faza de concepţie", într-o soluţie constructivă optimă. Prin aceasta proiectantul a creat un produs tehnic care corespunde tuturor condiţiilor cerute de utilizarea lui, care a fost elaborat astfel, încît să poată fi executat în industrie, la un cost minim, a cărui formă şi aspect satisfac şi condiţiile estetice.

Atingerea acestor obiective presupune o bună pregătire în domeniul Matematicii şi Desenului tehnic — considerate ca vocabularul inginerului cît şi al Tehnologiei materialelor, Rezistenţei materialelor, Organelor de maşini, Mecanisme, Tehnologia fabricaţiei etc.

CAPITOLUL 2

REDUCTOARE CU ROŢI DINŢATE

2.1. CONSIDERAŢII GENERALE

Transmisiile mecanice dintre motor şi maşina de lucru măresc sau micşorează viteza, respectiv, momentul transmis; modifică traiectoria sau caracterul mişcării; modifică sensul sau planul de mişcare; reglează şi modifică continuu viteza; sumează mişcarea şi momentele de transmis pe la mai multe motoare sau distribuie mişcarea la mai multe maşini sau organe de lucru; protejează organele maşinii motoare contra suprasarcinilor.

Transmisiile mecanice pot fi prin angrenare şi prin frecare. Transmisiile prin angrenare (roţi dinţate) cu raport de transmitere constant montate în carcase închise se numesc reductoare cînd reduc turaţia ($i > 1$) şi amplificatoare cînd măresc turaţia ($i < 1$). Cînd acestea permit variaţie de viteză în trepte se numesc cutii de viteze.

Reductoarele pot fi cu una, două sau mai multe trepte de reducere, construite fie ca subansamble izolate, fie ca, făcînd parte din ansamblul unei maşini. În funcţie de poziţiile relative ale arborelui motor şi condus reductoarele se construiesc cu roţi dinţate cilindrice (cînd cele două axe sînt paralele sau coaxiale, planşa 1), cu roţi conice (planşa 2 şi planşa 3) şi roţi pseudoconice (planşa 3, cînd cei doi arbori sînt concurenţi sau încrucişaţi) sau în combinaţii de roţi conice sau angrenaje melcate cu roţi cilindrice (la rapoarte de transmitere mari).

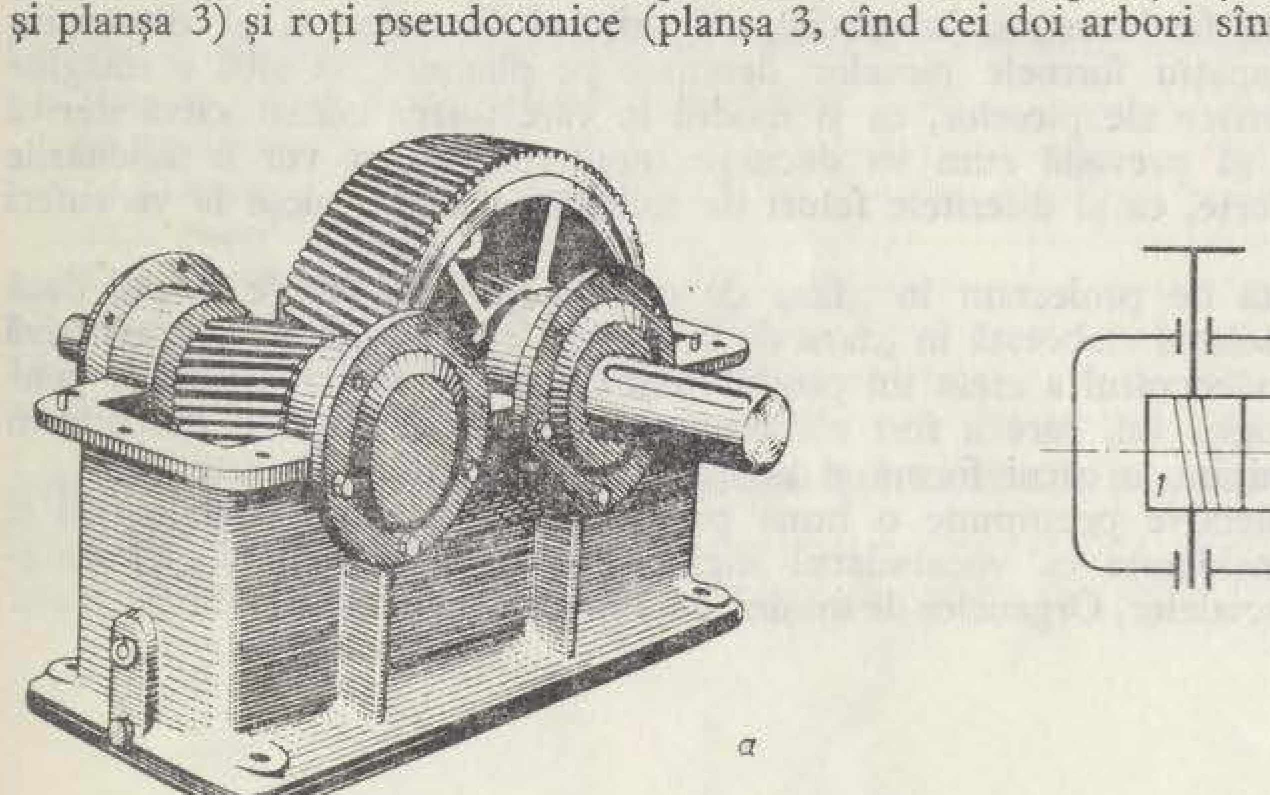


Fig. 2.1. Reductor cu roţi dinţate cilindrice cu o treaptă: *a* — vedere generală; *b* — schemă.

Reductoarele cu o treaptă au la bază angrenaje cilindrice, conice sau pseudoconice şi melcate montate în carcase (fig. 2.1, 2.8, 2.9). Variante de reductoare cu două trepte sînt indicate în figurile 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.10, 2.11, 2.12, iar cu trei trepte în figurile 2.7, 2.13.

Reductoarele, după tipul angrenajului, pot fi: cilindrice, conice, elicoidale, pseudoconice, melcate sau combinate.

După poziţia axelor roţilor dinţate distingem reductoare cu axe fixe şi reductoare cu axe mobile (reductoare diferenţiale şi reductoare planetare).

Reductoarele cu roţi dinţate au o largă utilizare datorită avantajelor pe care le prezintă: raport de transmitere constant, posibilităţi de realizare a unor transmisii cu încărcări de la cîţiva newtoni la încărcări foarte mari, gabarit redus şi randament ridicat, întreţinere simplă şi ieftină etc.

Ca dezavantaje se menţionează: cost relativ ridicat, execuţie şi montaj de precizie, producerea de zgomot, şocuri şi vibraţii etc.

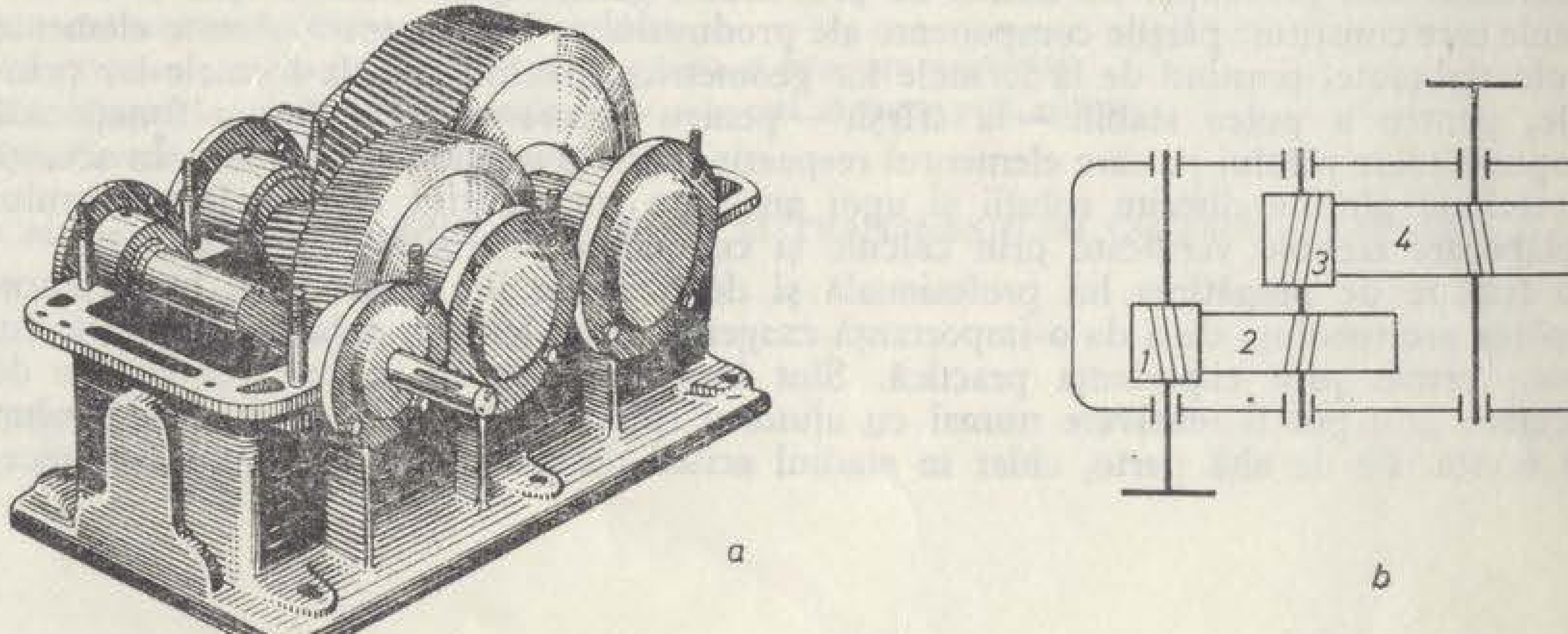


Fig. 2.2. Reductor cu roţi dinţate cilindrice cu dinţi înclinaţi în două trepte: *a* — vedere generală; *b* — schemă.

În ultimul timp se utilizează pe scară din ce în ce mai largă reductoarele planetare (fig. 2.14) ce asigură transmisii cu randamente corespunzătoare la rapoarte de transmitere mari şi gabarit redus.

Reductoarele pot fi de uz general sau speciale. Reductoarele de uz general au un singur lanţ cinematic — deci un raport de transmitere unic — şi o carcasă independentă şi închisă. În categoria reductoarelor de uz general nu intră reductoarele cu angrenaje conice şi melcate ce au axele în altă poziţie decît orizontală sau verticală şi respectiv unghiul dintre axe diferit de 90°.

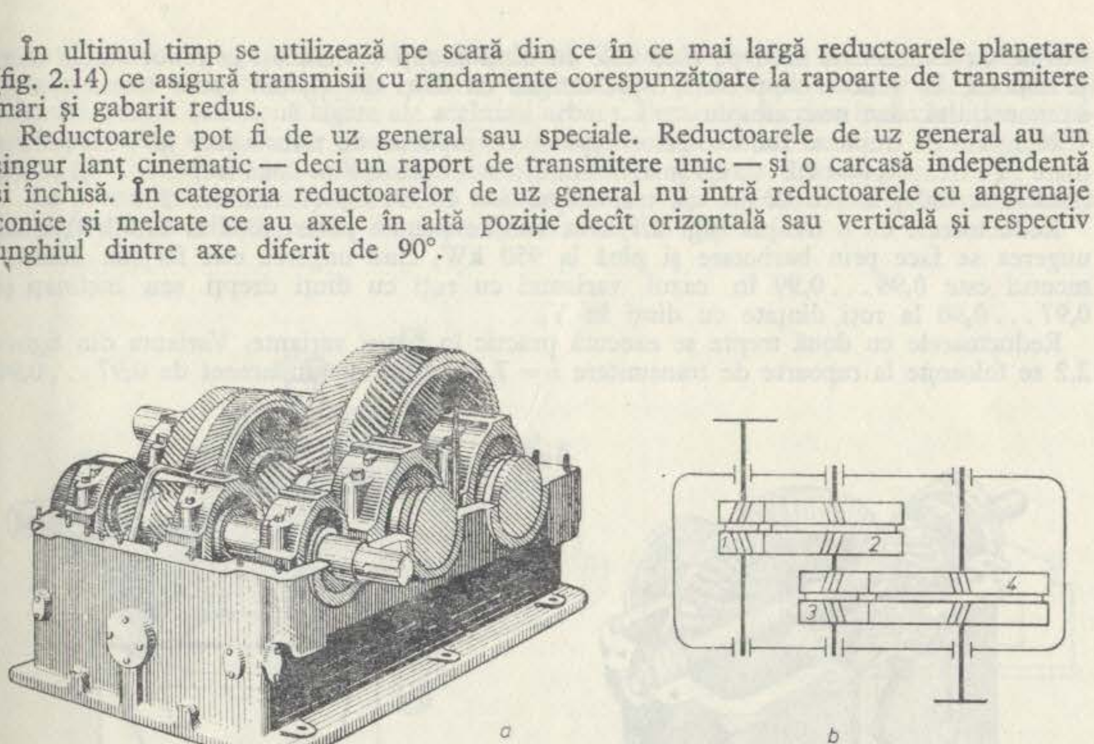


Fig. 2.3. Reductor cu roţi dinţate cilindrice cu dinţi în V în două trepte:
a — vedere generală; *b* — schemă.

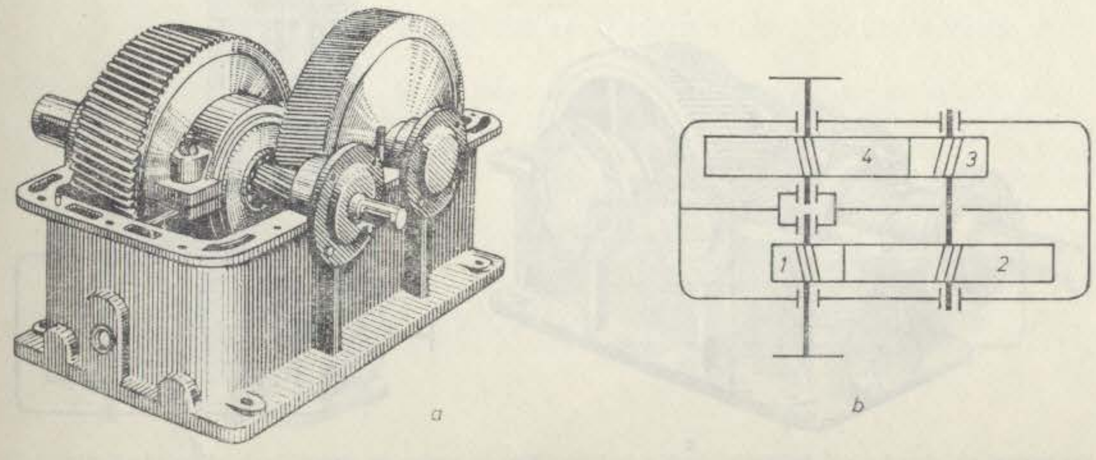


Fig. 2.4. Reductor cu roţi dinţate cilindrice cu dinţi înclinaţi în două trepte:

2.2. REDUCTOARE CU ANGRENAJE CILINDRICE

Reductoarele cu angrenaje cilindrice sînt cele mai răspîndite datorită gamei larg de puteri şi rapoarte de transmitere ce se pot realiza cu ajutorul lor cît şi a posibilităţ tipizării şi execuţiei în uzine specializate. În practică se întîlnesc reductoare pentru pute pînă la 100000 kW, la viteze periferice a roţilor pînă la 200 m/s.

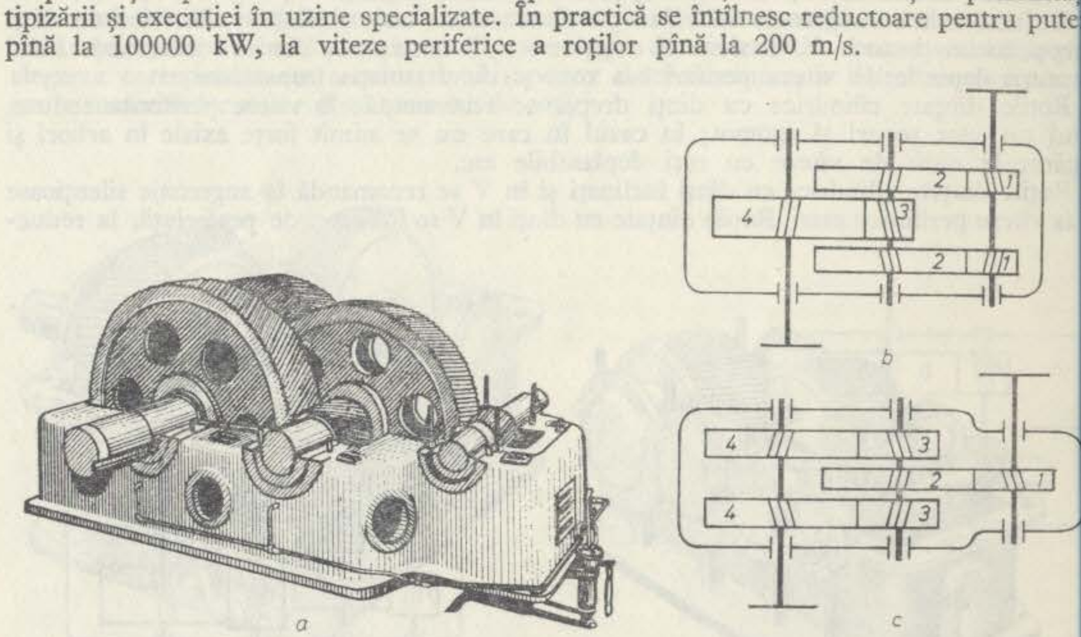


Fig. 2.5. Reductor cu roţi dinţate cilindrice cu dinţi în V, în două trepte cu trepte divizate:
a — vedere generală; *b* — schema cu prima treaptă divizată; *c* — schema cu treapta a doua divizată.

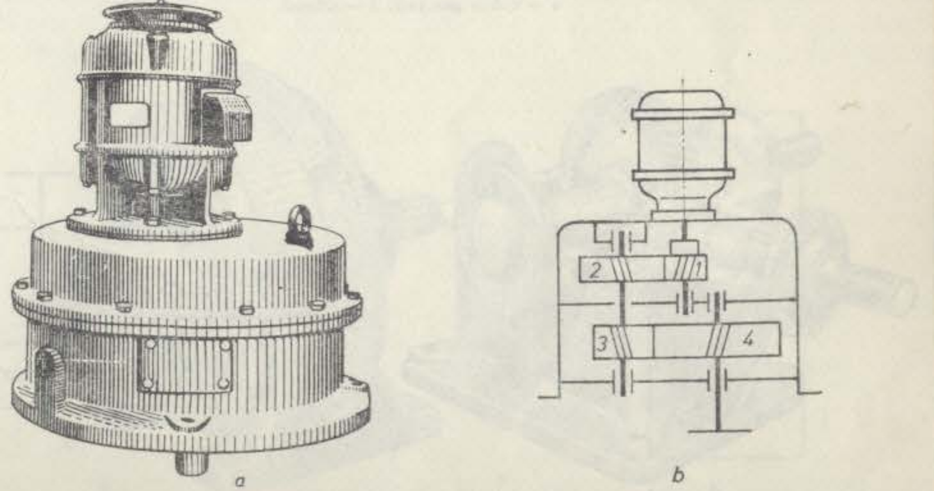


Fig. 2.6. Reductor cu roţi dinţate cilindrice cu dinţi înclinaţi în două trepte şi arbori verticali:

Reductoarele cilindrice sînt standardizate și tipizate atît la noi în țară cît și în țările u industrie dezvoltată. Sînt standardizate distanța între axe, raportul de transmitere și limensiunile principale, ceea ce permite fabricarea în serie a carcaselor și utilizarea la eductoare de diverse puteri și rapoarte de transmitere.

Reductoarele cu angrenaje cilindrice pot fi construite cu roți dințate cilindrice cu dinți lrepți, înclinați sau în V, cu dantura exterioară și, foarte rar, cu dantură interioară. Felul lanturii depinde de viteza periferică a roții și de destinația transmisiei.

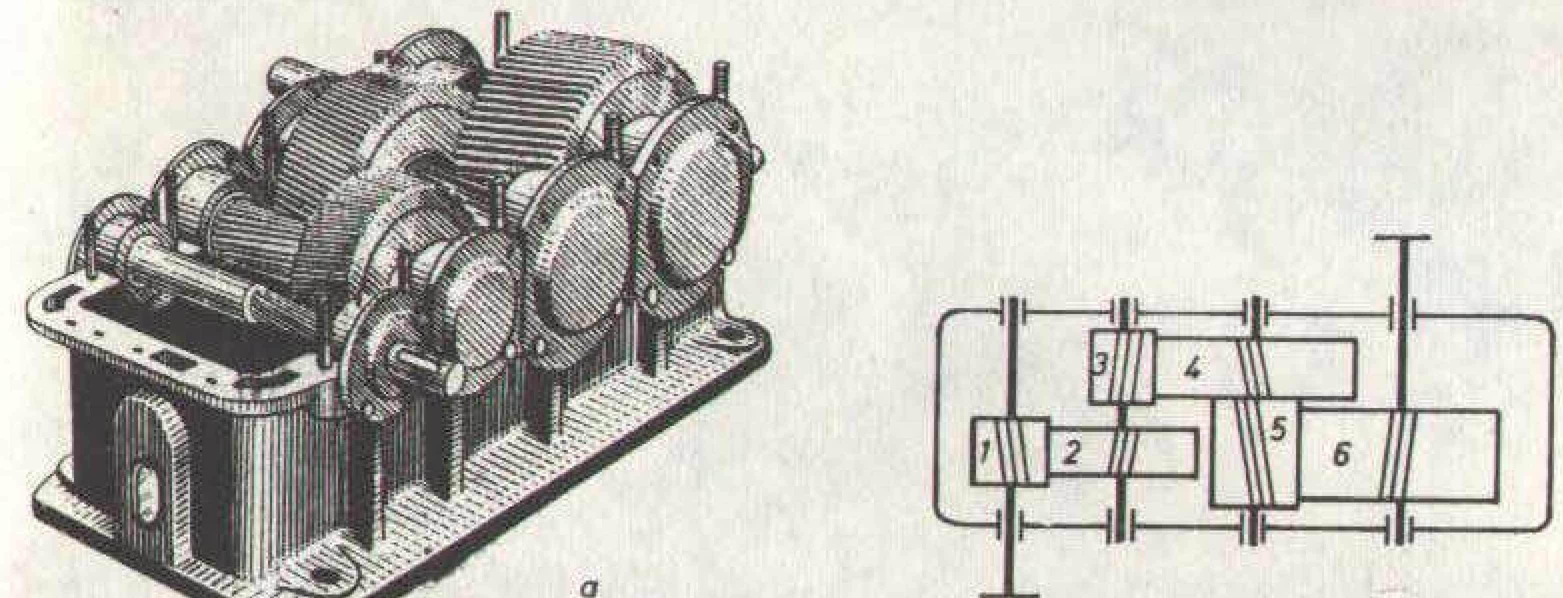
Roțile dințate cilindrice cu dinți drepți se recomandă: la viteze periferice reduse, înd nu apar șocuri și zgomot; în cazul în care nu se admit forțe axiale în arbori și agăre; la cutii de viteze cu roți deplasabile etc.

Roțile dințate cilindrice cu dinți înclinați și în V se recomandă la angrenaje silențioase i la viteze periferice mari. Roțile dințate cu dinți în V se folosesc, de preferință, la reductoarele cu dimensiuni mari pe cînd cele cu dinți drepți și înclinați la reductoarele mici și mijlocii. În general se preferă roțile dințate cu dinți drepți, din cauza tehnologiei și a montajului lor mai simplu.

Numărul de trepte al reductoarelor depinde de raportul de transmitere „i". La reductoare cu o treaptă, $i = 1{,}2 \ldots 6{,}3$ (maximum 8); la reductoare cu două trepte $i = 7{,}1 \ldots 56$ (maximum 60); la reductoare cu trei trepte $i = 40 \ldots 180$ (maximum 200).

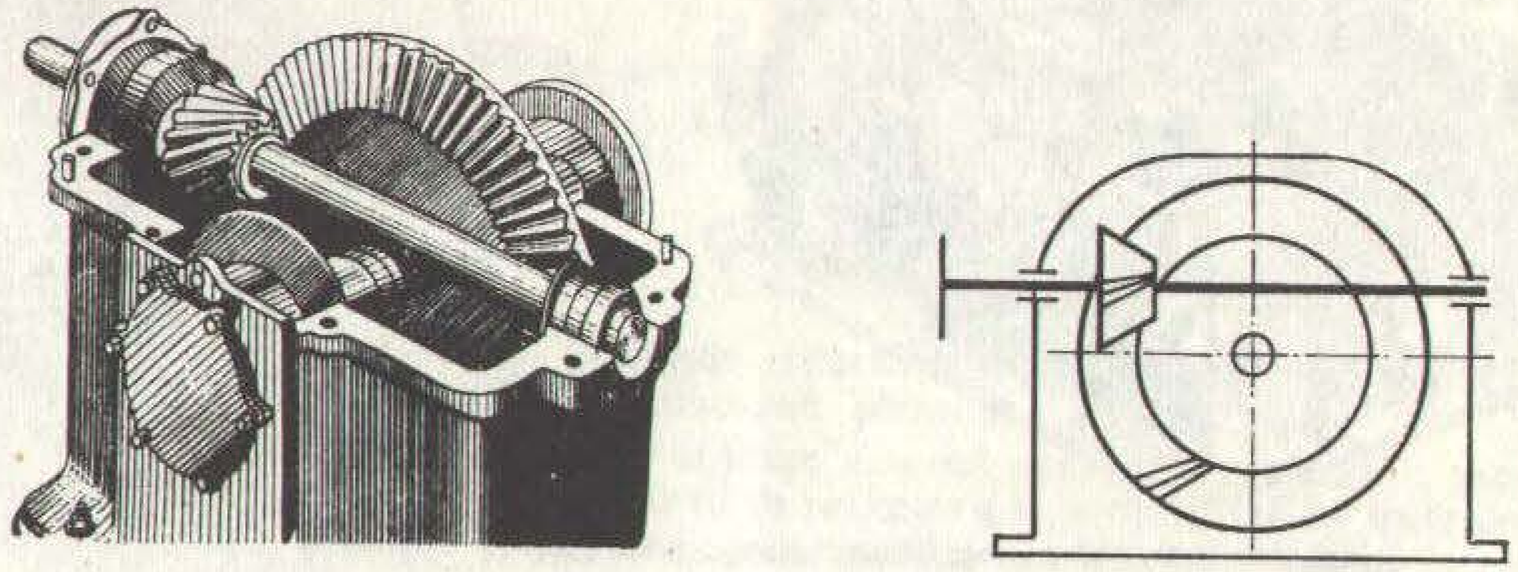
Reductoarele cu o treaptă (fig. 2.1) sînt folosite pentru puteri pînă la 515 kW, cînd ungerea se face prin barbotare și pînă la 950 kW, cînd ungerea este forțată. Randamentul este 0,98 ... 0,99 în cazul variantei cu roți cu dinți drepți sau înclinați și 0,97 ... 0,98 la roți dințate cu dinți în V.

Reductoarele cu două trepte se execută practic în patru variante. Varianta din figura 2.2 se folosește la rapoarte de transmitere $i = 7{,}1 \ldots 56$, cu randament de 0,97 ... 0,98



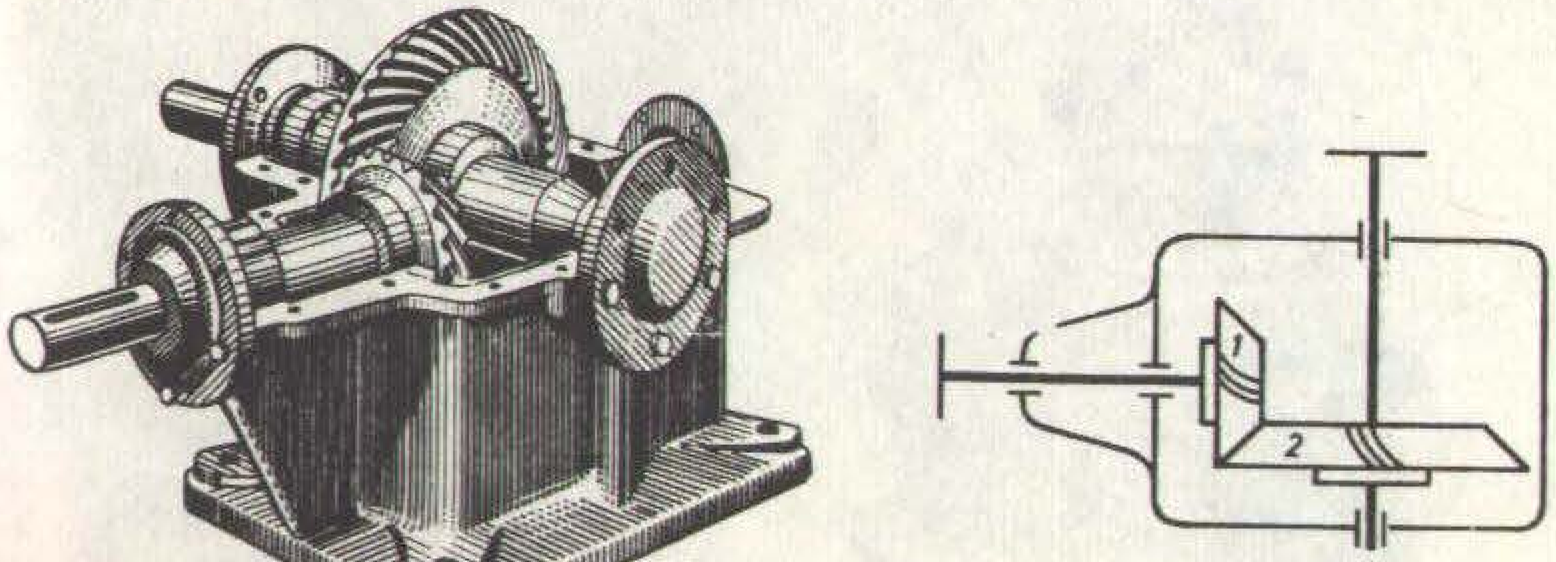
a b

Fig. 2.7. Reductor cu roți dințate cilindrice cu dinți înclinați, in trei trepte:
a — vedere generală; *b* — schemă.



a b

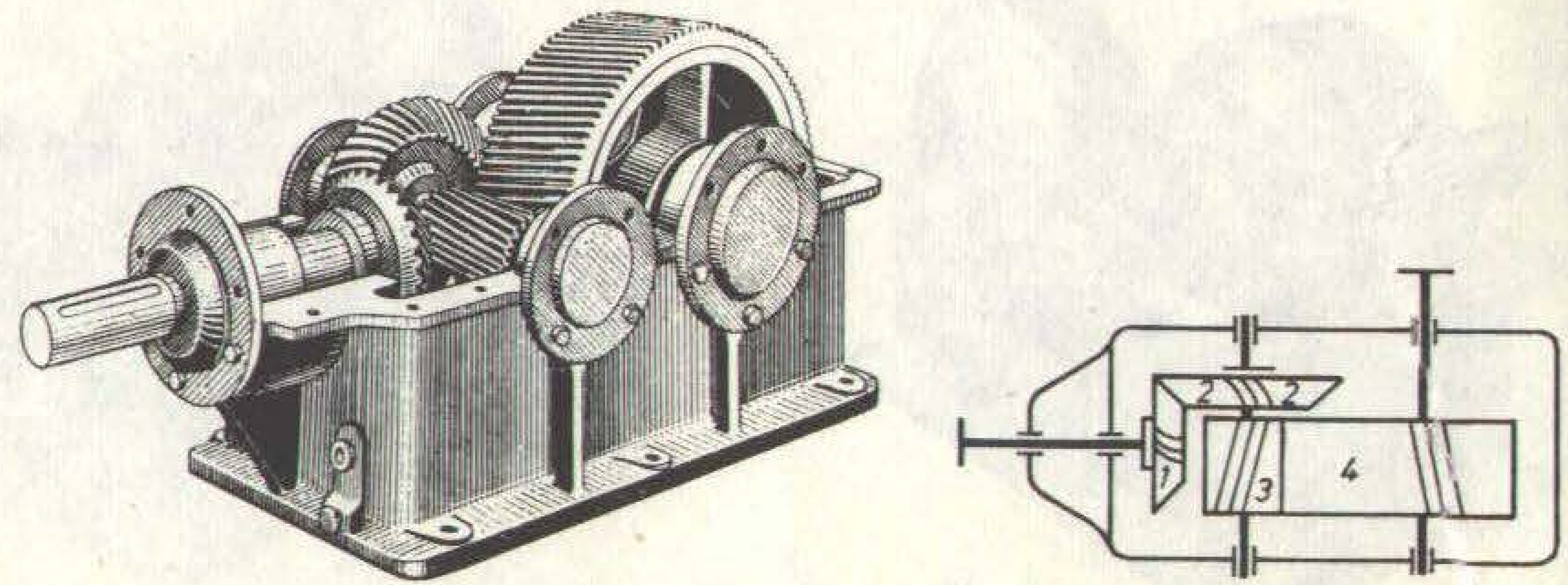
Fig. 2.9. Reductor cu roți dințate pseudoconice (ipoide) cu o treaptă:
a — vedere generală; *b* — schemă.



b

a

Fig. 2.8. Reductor cu roți dințate conice cu dinți curbi cu o treaptă:
a — vedere generală; *b* — schemă.



a

b

Fig. 2.10. Reductor în două trepte, cu prima treaptă conică și a doua cilindrică:
a — vedere generală; *b* — schemă.

şi este cea mai răspîndită, fiind standardizată. Datorită poziţiei roţilor, reacţiunile din reazeme sînt diferite dar, din motive constructive şi de exploatare, se aleg rulmenţi identici pentru cele două lagăre ale aceluiaşi arbore. Pentru reducerea încărcării din reazemele arborelui intermediar este avantajos a se utiliza roţi dinţate cu dinţi înclinaţi, înclinarea dinţilor fiind în acelaşi sens la roţile de pe arborele intermediar.

La puteri mai mari şi rapoarte de transmitere $i = 7{,}1 \ldots 60$ se utilizează reductoare cu roţi dinţate cilindrice cu dinţi în V, varianta din figura 2.3.

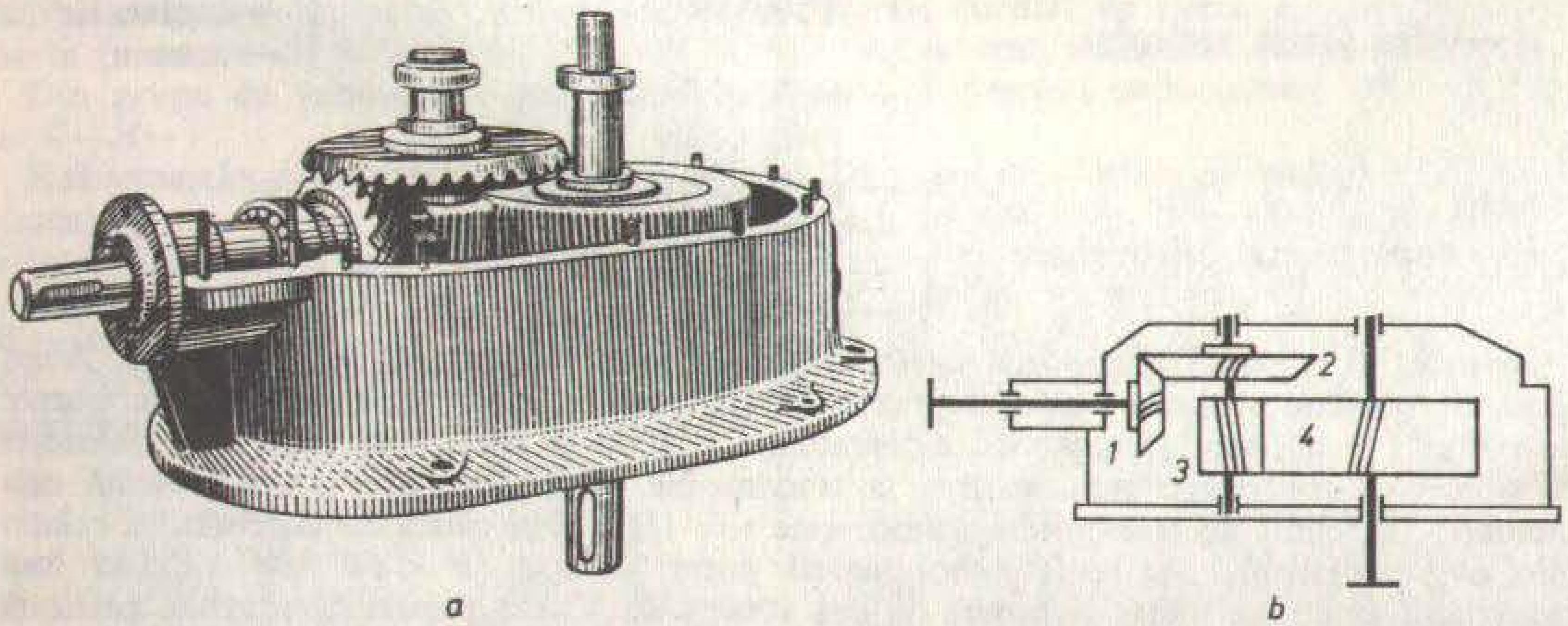


Fig. 2.11. Reductor în două trepte, cu prima treaptă conică şi a doua cilindrică (cu arborele de intrare orizontal şi cel de ieşire vertical):
a — vedere generală; *b* — schemă.

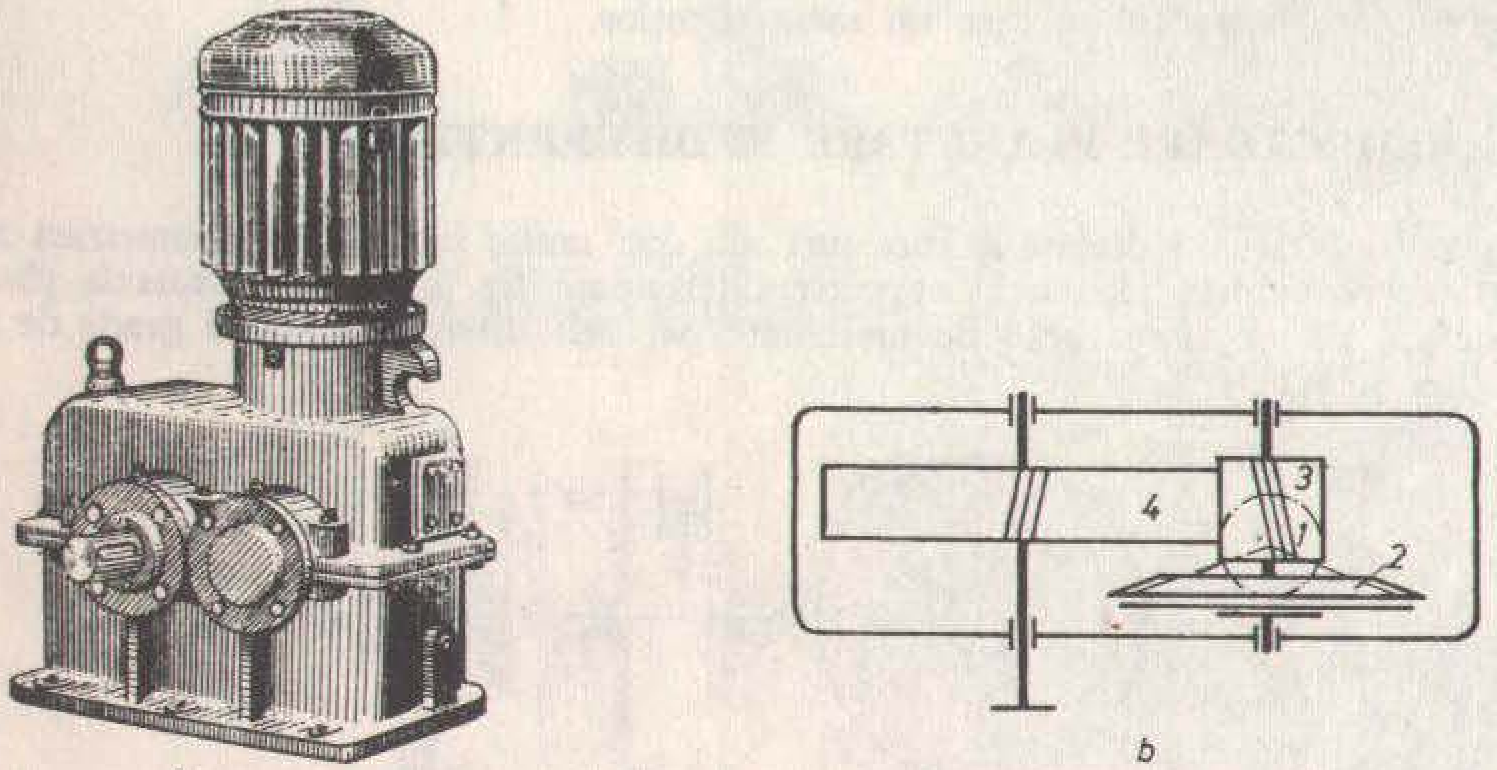


Fig. 2.12. Reductor în două trepte, cu prima treaptă conică şi a doua cilindrică (cu arborele de intrare vertical şi cel de ieşire orizontal):
a — vedere generală; *b* — schemă.

Pentru rapoarte de transmitere $i = 7{,}1 \ldots 56$, la distanţe dintre axe, variind între 160 şi 560 mm, cu un randament de 0,97 ... 0,98, se folosesc reductoare cu două axe geometrice, varianta din figura 2.4. Acestea sînt construcţii scurte dar de lăţime mărită. Ambele roţi conduse pot ajunge în baia de ulei; arborele condus se află în continuarea arborelui motor. Încărcarea pe dinţi se repartizează însă neuniform datorită arborelui intermediar, care rezultă mai lung. O construcţie de dimensiuni optime se obţine prin alegerea corespunzătoare a celor două rapoarte de transmitere, a lăţimii roţilor dinţate sau a materialelor celor două perechi de roţi.

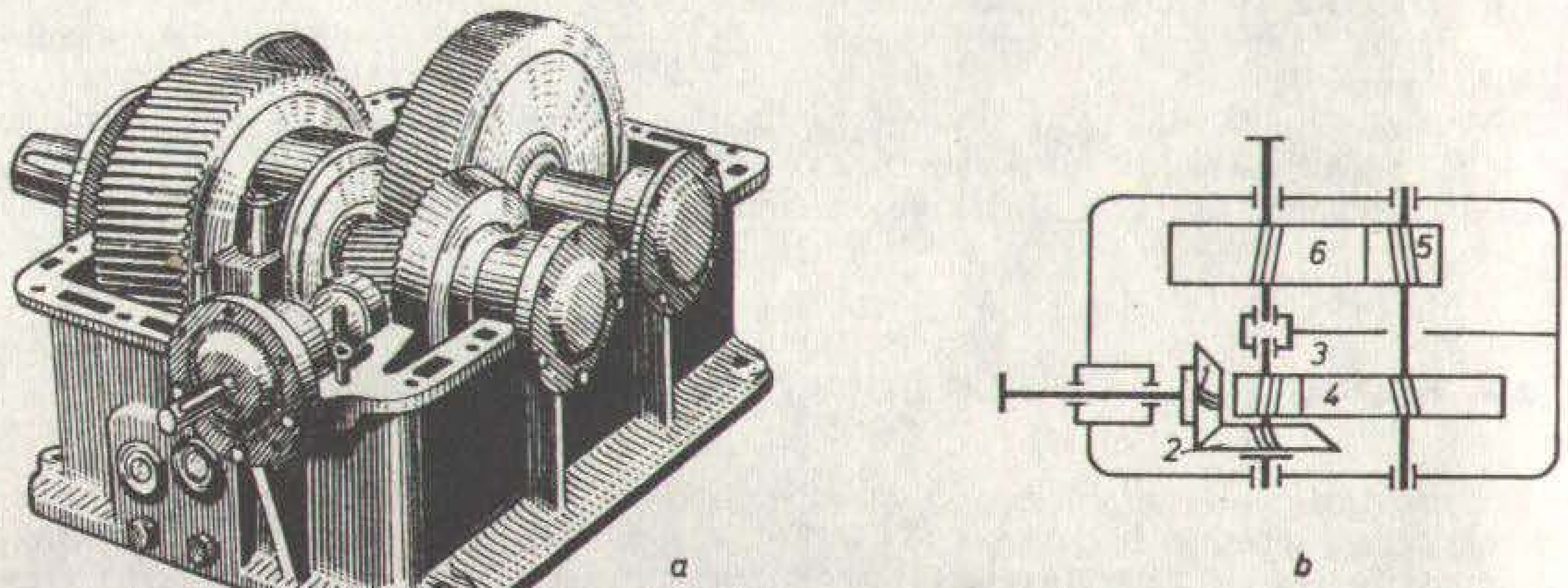


Fig. 2.13. Reductor în trei trepte, cu prima treaptă conică şi celelalte două trepte cilindrice:
a — vedere generală; *b* — schemă.

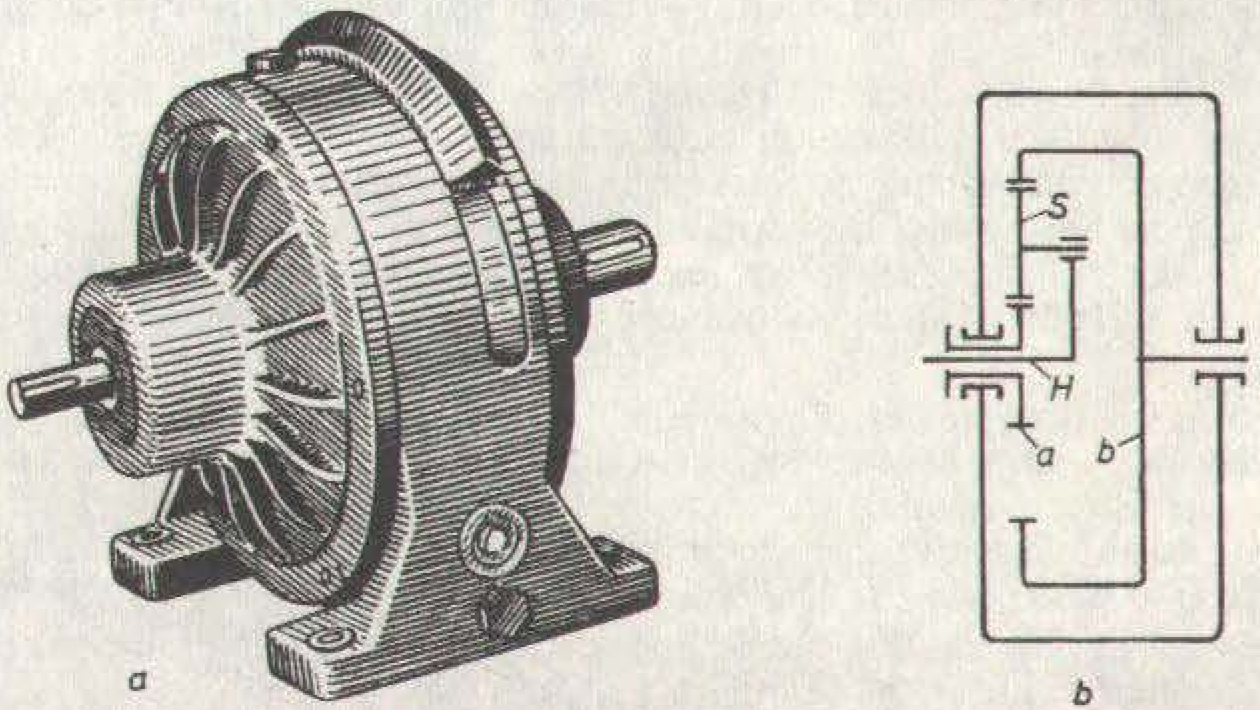


Fig. 2.14. Reductor planetar:
a — vedere generală; *b* — schemă.

Datorită rigidității reduse a arborelui motor intermediar, cu creșterea distanțelor dintre ıxe și a puterilor ce se transmit, neuniformitatea sarcinii în lungul flancului dintelui crește, notiv pentru care aceste reductoare sînt recomandate pentru puteri mici și mijlocii.

O largă răspîndire o au reductoarele cu trei axe geometrice (variantele din fig. 2.5), :u una din trepte realizată cu roți duble (1—1, 2—2) sau (3—3, 4—4), datorită repartiției ıniforme a sarcinii pe reazemele arborilor și a posibilității utilizării la limită a capacității portante a roților ambelor trepte. La schema din figura 2.5, *b* se utilizează, de obicei, n treapta a doua roți dințate cu dinți înclinați și în treapta întîi cîte două roți dințate ilindrice cu dinți înclinați, înclinarea dinților fiind egală și de sens opus.

Schemele din figura 2.5, *c* se utilizează mai rar, din cauza influenței nefavorabile a deformației arborilor asupra roților cu turație joasă.

O variantă de reductor cu roți cilindrice cu două trepte cu arbori verticali este prezentată în figura 2.6.

Reductoarele cilindrice cu trei trepte (fig. 2.7) se utilizează la rapoarte de transmitere $= 40 \ldots 180$ și distanța între axe pînă la 1250 mm, cu randament de 0,96 . . . 0,97. Aceste reductoare sînt combinații ale variantelor constructive de reductoare cu două repte.

2.3. REDUCTOARE CU ROȚI DINȚATE CONICE

Reductoarele conice se folosesc în cazul transmiterii puterii între arbori cu axe concurente pentru rapoarte de transmitere $i = 1 \ldots 6$ și numai atunci cînd construcția mașinii mpune utilizarea lor. Cum de obicei o roată dințată conică este în consolă (fig. 2.8), condițiile de lucru ale dinților sînt mult înrăutățite. La reductoarele de putere mare, pentru nlăturarea acestui dezavantaj, se pot utiliza angrenaje pseudoconice sau hipoide la care ambele roți pot fi montate între reazeme (fig. 2.9). Randamentul acestor reductoare este 0,98 . . . 0,99.

La reductoarele cu mai multe trepte, cînd se impune utilizarea unui angrenaj conic, acesta se folosește totdeauna la prima treaptă deoarece are capacitatea portantă mai mică. Astfel în figurile 2.10, 2.11 și 2.12 sînt date trei variante de reductoare în două trepte, a care prima treaptă este conică. Aceste reductoare sînt utilizate pentru rapoarte de transmitere $i = 4 \ldots 40$, cu un randament de 0,97 . . . 0,98.

În figura 2.13 se dă un reductor în trei trepte, cu prima treaptă conică, pentru rapoarte de transmitere $i = 20 \ldots 180$, cu un randament de 0,96 . . . 0,97.

Roțile conice cu dinți drepți se folosesc la viteze periferice reduse ($v < 2 \ldots 3$ m/s), cînd unele abateri ale pasului sau profilului nu produc încărcări dinamice mari și zgomot. Roțile conice cu dinți drepți sînt foarte sensibile la defecte de montaj și deformații sub sarcină, în schimb produc cea mai redusă încărcare axială dintre toate tipurile de roți conice.

Roțile conice cu dinți înclinați pot lucra la viteze periferice pînă la 12 m/s. Ele se folosesc îndeosebi la angrenaje cu roți mari, cînd nu se pot executa roți cu dinți curbi.

Roțile dințate conice cu dinți curbi se recomandă a se utiliza la viteze de la 3 m/s pînă la 35 . . . 40 m/s. Pentru viteze periferice mai mari, dinții se șlefuiesc. În acest caz sînt de preferat roțile conice cu dinți în arc de cerc.

Datorită uzurii inevitabile a dinților, mai ales cînd roțile conice lucrează deschis sau într-o baie de ulei ce nu se poate etanșa suficient, sînt preferate roțile conice cu dinți drepți, căci la roțile cu dinți înclinați sau curbi, în urma uzurii flancului, se modifică repartiția sarcinii de-a lungul liniei de contact.

2.4. REDUCTOARE CU ANGRENAJE MELCATE

Aceste reductoare cuprind un angrenaj încrucișat (cu melc și roată melcată) unghiul de încrucișare fiind de 90°. Sînt angrenaje silențioase, datorită alunecării între spirele melcului și dinții roții. Această alunecare impune, însă, flancuri îngrijit prelucrate, materiale rezistente la gripare și o ungere corespunzătoare.

După forma și profilul melcului și a roții melcate, angrenajele melcate se pot clasifica:

a — după forma melcului
- — melc cilindric STAS 6845-75
  - — arhimedic
  - — convolut
  - — evolventic
  - — concav
- — melc globoidal
- — melc conic

b — după forma roții melcate
- — roată cilindrică cu dinți înclinați
- — roată melcată
- — roată globoidală
- — roată globoidală conică

În practică cea mai răspîndită variantă este cu melc cilindric și roată melcată. Acest reductor permite realizarea unor rapoarte de transmitere mari (la transmisii de putere de obicei $i < 80$, iar la transmisii cinematice $i < 1000$ și chiar mai mult). Se folosește de obicei ca transmisie reducătoare; la transmisiile multiplicatoare (roata melcată este motoare), raportul de transmitere minim este $i = 1/15$. Din cauza randamentului relativ mic, angrenajele melcate se folosesc pentru puteri reduse ($P < 60$ kW). Există însă construcții unde s-a ajuns la puteri de cca 1000 kW. Viteza periferică maximă realizată este $v_{max} = 69$ m/s, iar turația maximă a melcului $n_{max} = 40000$ rot/min.

Reductoarele cu angrenaje melcate au o utilizare largă în construcția de mașini și aparate ca: mașini de ridicat și transportat, mașini agricole, mașini miniere, mașini-unelte, mecanismul de direcție al automobilelor etc. Aceste angrenaje se utilizează în general atunci cînd, la un raport de transmitere mare, se impune un gabarit redus (în special la axe încrucișate) sau cînd se cere un mers silențios.

2.5. REDUCTOARE PLANETARE ȘI DIFERENȚIALE

Transmisiile cu roți dințate la care una sau mai multe roți au axa geometrică mobilă se numesc reductoare planetare, respectiv diferențiale (fig. 2.14). Reductoarele planetare (fig. 2.15, *b*) au un singur grad de mobilitate, iar cele diferențiale două grade de mobilitate (fig. 2.15, *c*).

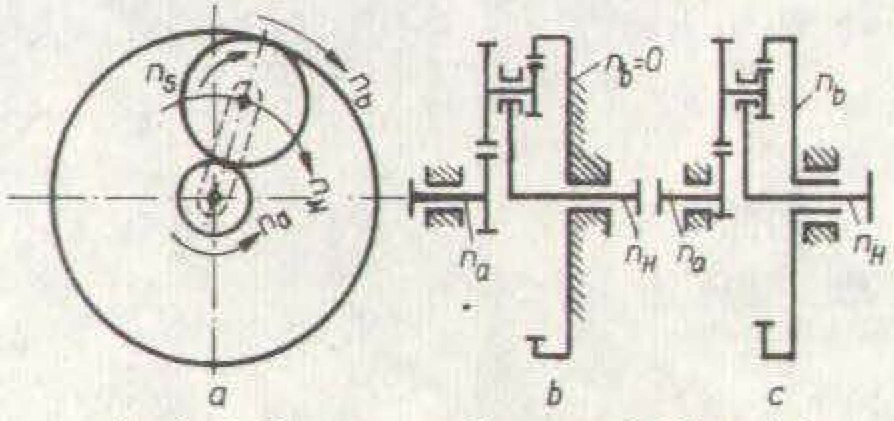


Fig. 2.15. Reductoare planetare și diferențiale
a — diferențial; *b* — planetar; *c* — diferențial.

Reductoarele planetare şi diferenţiale pot fi construcţii închise sau deschise şi au avan-
ajul că sînt mai compacte decît reductoarele obişnuite. Reducerea dimensiunilor şi a
greutăţii se datoreşte repartizării sarcinii pe mai mulţi sateliţi. Pentru transmiterea ace-
eiaşi puteri, cu acelaşi raport de transmitere, reductoarele planetare au o greutate de
2—6 ori mai mică decît reductoarele obişnuite.

Reductoarele planetare necesită o prelucrare şi un montaj mai precis decît reductoarele
obişnuite. Prin folosirea unor construcţii cu roţi centrale libere (fără lagăre radiale) şi
cu trei sateliţi precizia necesară se reduce.

Reductoarele diferenţiale, fiind foarte variate ca construcţie, se notează cu simboluri.
Simbolizarea lor cuprinde: numărul de roţi centrale (urmat de litera *K*), braţul port-
satelit (notat cu *H*) şi eventual prezenţa în structură a unui mecanism (notat cu *V*).

Din grupa de reductoare deschise se utilizează în practică reductoarele 2*K*—*H*, 3*K*
şi *K*—*H*—*V*.

Reductoarele diferenţiale tip 2*K*—*H* (fig. 2.16) prezintă o mare diversitate de soluţii
constructive, sînt cu două roţi centrale (*a* şi *b*) şi braţul portsatelit *H*, putînd fi cu o
treaptă (fig. 2.16, *a* şi *g*) sau cu două trepte (fig. 2.16, *b*, *c*, *d*, *e* şi *f*).

Reductoarele tip 3*K* (fig. 2.17, *a*, *b*) au trei roţi centrale (*a*, *b*, *c*), iar braţul portsatelit
H serveşte numai ca suport pentru lagărele sateliţilor, fără a transmite moment de răsu-
cire. Dacă se fixează o roată centrală *c* (fig. 2.17, *a*) sau *b* (fig. 2.17, *b*) reductorul devine
planetar.

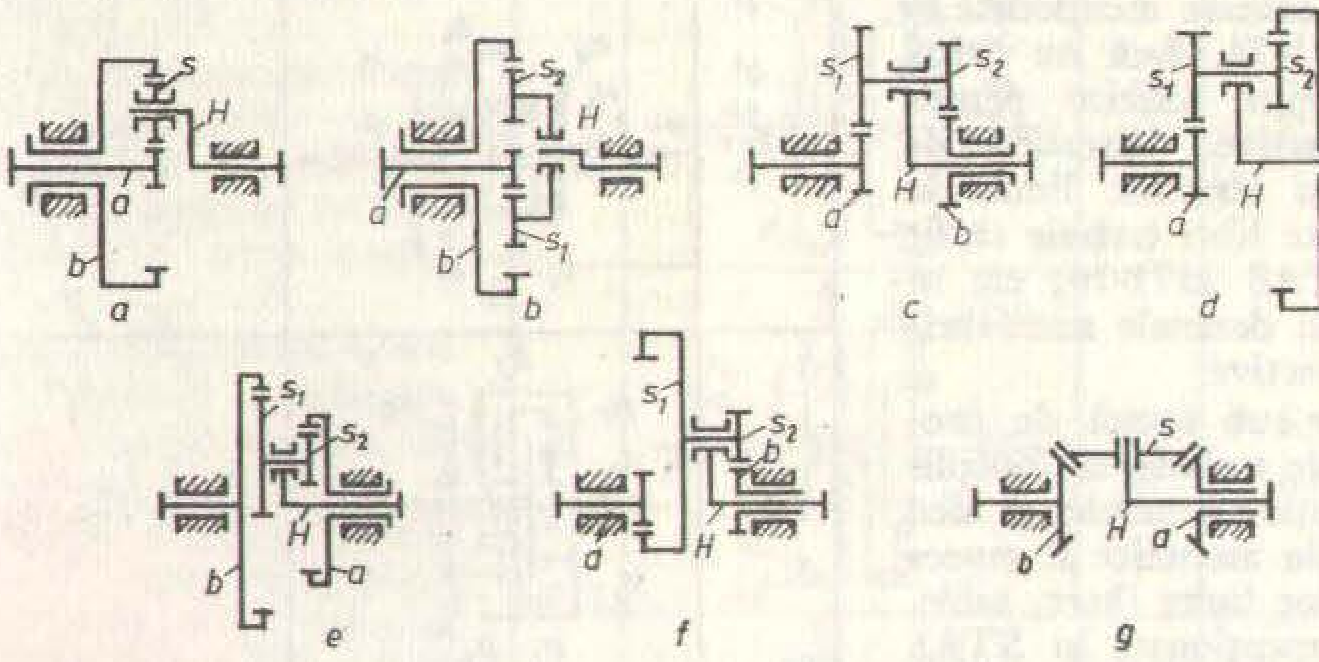


Fig. 2.16. Reductoare diferenţiale tip 2K-H.

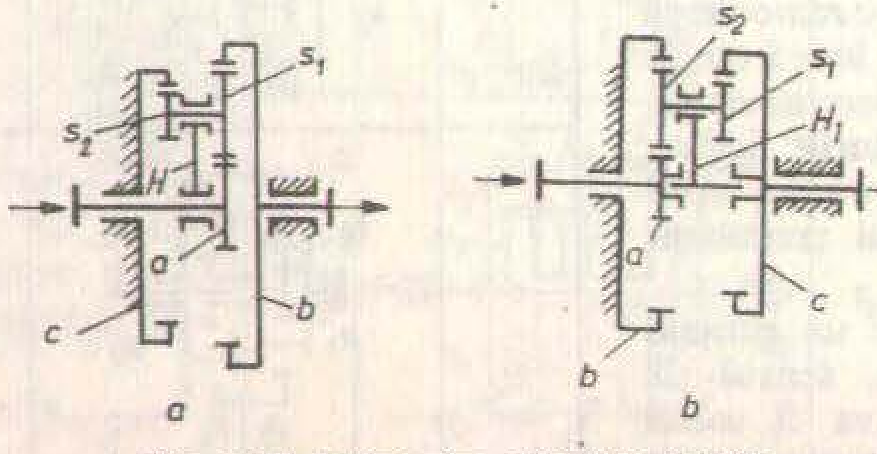


Fig. 2.17. Reductoare planetare tip 3K.

În general orice reductor diferenţial poate fi utilizat şi ca reductor planetar, în care
caz una din cele două roţi centrale sau braţul portsatelit se blochează. În practică, ca
reductoare diferenţiale se folosesc aproape exclusiv reductoare tip 2*K*—*H*.

Reductoarele planetare tip *K*—*H*—*V* conţin totdeauna în construcţia lor un mecanism
W care realizează un raport de transmitere (între axa satelitului şi o axă centrală) de
±1. Pentru realizarea mecanismului *W*, din motive de gabarit şi randament, nu se folo-
sesc de obicei roţi dinţate, ci transmisii cardanice sau alte soluţii constructive (fig. 2.18).
În toate aceste cazuri, elementul condus *V* va avea viteza unghiulară egală cu cea a sate-
litului *s*.

Reductoarele planetare închise se obţin prin legarea a două elemente centrale (de obicei
ale unui reductor diferenţial tip 2*K*—*H*) printr-un mecanism oarecare la un arbore de
ieşire (notat cu *I*) şi a celui de-al treilea element central, la celălalt arbore de ieşire
(notat cu *C*), figura 2.19. Simbolul acestor reductoare planetare este *C*—*I*. Transmisiile
ce leagă elementele centrale (*a*) şi (*b*) cu elementul *I* se notează cu *a*—*I* şi respectiv
b—*I*. Acestea se pot realiza atît prin roţi dinţate cît şi cu variatoare, cu transmisii hidraulice
sau electrice.

Reductoarele diferenţiale de tip 2*K*—*H* pot fi utilizate şi la inversarea sensului de rotaţie
a arborelui de ieşire prin blocarea, cu ajutorul frînelor, a unuia sau altuia din elementele
de bază ale mecanismului, situaţie în care devin reductoare planetare.

La alegerea tipului de reductor planetar sau diferenţial trebuie să se ţină seama de
randament, de gabarit, de greutate, de condiţiile de execuţie, de montaj şi exploatare etc.

Reductorul diferenţial cel mai des utilizat este cel din figura 2.16, *a*, datorită construc-
ţiei simple şi a randamentului ridicat.

Reductorul diferenţial din figura 2.16, *d* are gabarit mai redus decît cel din figura
2.16, *a*, în schimb este mai complicat şi montajul este mai dificil.

Reductorul din figura 2.16, *g* cu roţi conice se foloseşte, de obicei, ca reductor dife-
renţial la automobile, la maşini-unelte, la diferite dispozitive etc.

Reductorul din figura 2.16, *c*, cu toate că permite realizarea de rapoarte mari de trans-
mitere, prezintă însă o seamă de neajunsuri, ca: randament scăzut, dificultăţi de montaj,
moment de inerţie mare, gabarit mai mare la aceeaşi putere etc. Nu se recomandă
utilizarea lui la transmisii de putere.

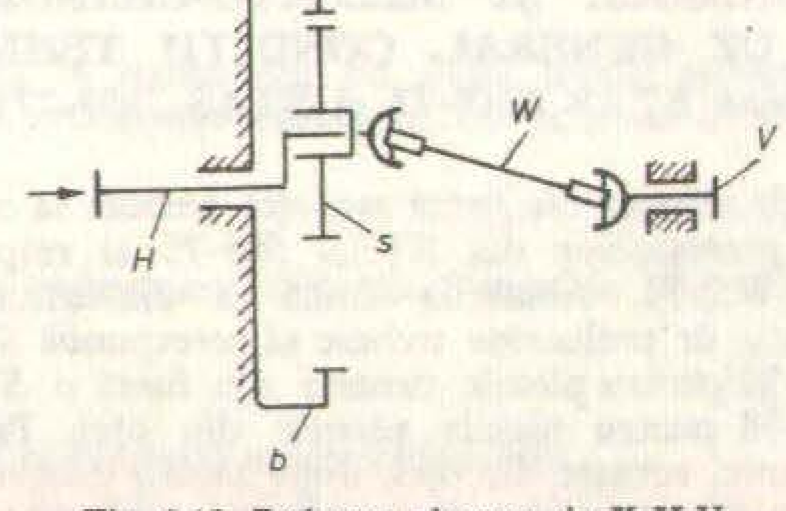


Fig. 2.18. Reductor planetar tip K-H-V.

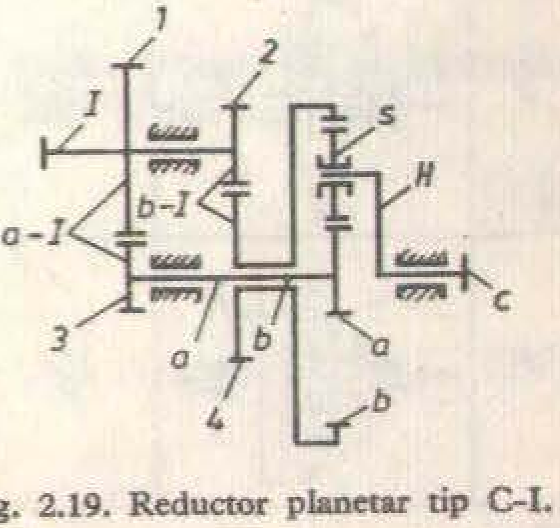


Fig. 2.19. Reductor planetar tip C-I.

Reductorul din figura 2.16, *e* (cu două angrenaje interioare) permite, de asemenea, realizarea de rapoarte mari de transmitere, la un randament mai ridicat decît reductorul din figura 2.16, *c* (cu două angrenaje exterioare). Totuşi, şi aici, la rapoarte mari de transmitere, randamentul scade.

Reductoarele planetare tip 3*K* (fig. 2.17) sînt foarte compacte şi au un randament mai bun decît reductoarele de tip *K—H—V* şi 2*K—H* reprezentate în figura 2.16, *c* şi *e*, însă mai scăzut decît reductoarele diferenţiale din figura 2.16, *a* şi *d*.

Reductorul planetar tip *K—H—V* (fig. 2.18) permite realizarea de rapoarte mari de transmitere ($i \leq 71$ şi chiar mai mult), însă necesită o prelucrare şi un tratament termic de înaltă precizie.

Pentru a realiza rapoarte mari de transmitere la randamente ridicate se recomandă a se utiliza transmisii compuse din mai multe reductoare tip 2*K—H* (fig. 2.16, *a*). Se pot de asemenea combina angrenaje planetare cu angrenaje obişnuite, primele fiind folosite de obicei în treapta de turaţie joasă.

Vitezele unghiulare ale elementelor mecanismului diferenţial de tip 2*K—K* (fig. 2.16), ω_a, ω_b şi ω_H sînt legate între ele prin relaţia

$$\frac{\omega_a - \omega_H}{\omega_b - \omega_H} = i_{ab}^{H} = -\frac{Z_b}{Z_a}, \tag{2.1}$$

unde i_{ab}^{H} este raportul de transmitere de la elementul (*a*) la elementul (*b*) în raport cu viteza unghiulară a elementului (*H*).

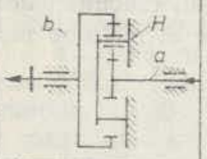
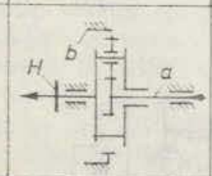
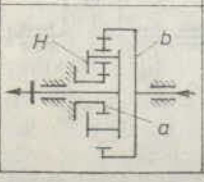
În calculele inginereşti, adesea, se foloseşte valoarea absolută a raportului de transmitere:

$$\left|i_{ab}^{H}\right| = p \text{ sau } p = \frac{Z_b}{Z_a} \tag{2.2}$$

Relaţiile pentru stabilirea raportului de transmitere la reductoarele planetare cu o treaptă sînt date în tabelul 2.1, la reductoarele planetare cu două trepte în tabelul 2.2, iar pentru reductoarele inversoare prevăzute cu frîne T_1 şi T_2 în tabelul 2.3.

Tabelul 2.1

Relaţii de calcul a raportului de transmitere la reductoare planetare cu o treaptă

Număr schemă	Schema cinematică	Raportul de transmitere
1		$i = -p$
2		$i = 1 + p$
3		$i = \frac{1+p}{p}$

2.6. REDUCTOARE CILINDRICE, CONICO-CILINDRICE ŞI MELCATO-CILINDRICE DE UZ GENERAL. CONDIŢII TEHNICE (Extras STAS 6849-77 şi STAS 7599-77)

Piesele turnate din fontă sau oţel trebuie să corespundă prevederilor din STAS 568-75 şi respectiv STAS 600-74. Abaterile limită la dimensiuni şi adaosurile de prelucrare trebuie să corespundă STAS 1592/1-74 pentru piesele turnate din fontă şi STAS 1592/2-74 pentru piesele turnate din oţel. Piesele importante, turnate din oţel, după răcire, debavurare şi eventuală remediere, se vor supune unui tratament termic de normalizare la temperatura de cca 900°C, urmat de un tratament termic de detensionare la temperatura de 600... 650°C.

Piesele turnate din bronz cu staniu şi bronz cu aluminiu trebuie să corespundă prevederilor din STAS 197/2-76 şi respectiv STAS 198/2-75. Abaterile limită la dimensiuni şi adaosurile de prelucrare trebuie să corespundă STAS 6287-67.

Piesele forjate pot fi obţinute din lingouri şi semifabricate (blumuri, brame, ţagle etc.) din mărcile de oţeluri indicate în STAS 500/2-78, STAS 880-66 şi STAS 791-66. Piesele forjate trebuie să îndeplinească condiţiile tehnice generale de calitate menţionate în STAS 1097/1-74, dacă nu există alte prescripţii tehnice pentru piesele respective. Adaosurile de prelucrare şi abaterile limită la piesele forjate liber trebuie să fie conform STAS 2171-70; ele se vor indica în desenele semifabricatelor respective.

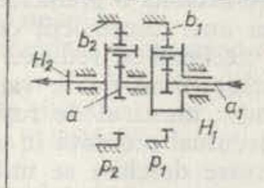
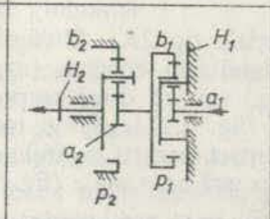
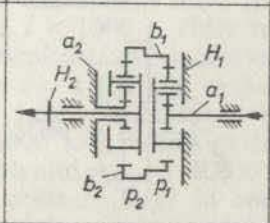
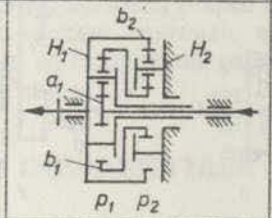
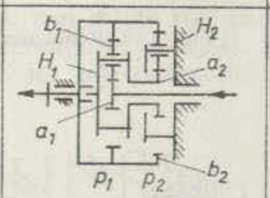
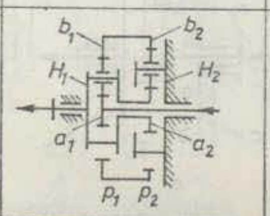
Bronzurile sub formă de produse laminate trebuie să îndeplinească condiţiile generale, să aibă caracteristicile mecanice şi aspectul produselor finite (bare, table, benzi etc.) menţionate în STAS 93-76 pentru bronzuri cu staniu laminabil, respectiv STAS 203-75 pentru bronzuri cu aluminiu laminabil.

Defectele sudurilor şi remedierea acestora trebuie să se încadreze în limitele indicate în documentaţia de execuţie. Ansamblurile sudate vor fi supuse, după ultima operaţie de sudare, unui tratament de detensionare.

La reductoarele de uz general cu mai multe trepte, sensul de înclinare a dinţilor va fi astfel ales, încît să asigure compensarea

Tabelul 2

Relaţii de calcul a raportului de transmitere la redu toare planetare cu două trepte

Numărul schemei	Schema cinematică	Raportul de transmitere
1		$i = (1+p_1)(1+p_2)$
2		$i = -p_1(1+p_2)$
3		$i = -\frac{p_1(1+p_2)}{p_2}$
4		$i = 1 + p_1 + p_1 p_2$
5		$i = -(p_1 + p_2 + p_1 p_2)$
6		$i = 1 + p + \frac{p_1}{p_2}$

(totală sau parțială) a forțelor axiale. Angrenajele trebuie să fie din clasa de precizie 6-JC ... 8-JC conform STAS 6273-60 pentru angrenajele cilindrice, STAS 6460-61 pentru angrenajele conice și STAS 6461-61 pentru angrenajele melcate.

La roțile dințate cu coroane dințate fretate pe butucul roții se va prevedea asigurarea împotriva deplasării axiale a bandajului în ambele sensuri. Ajustajul pentru fixarea roților dințate și melcate pe arbori se va alege din clasa de precizie 5 ... 7 (planșa 75).

În cazul tratamentului de călire superficială a danturii este obligatorie și călirea zonei de racordare a piciorului dintelui. Duritatea flancurilor danturii pinionului trebuie să fie cu minimum 20HB mai mare decît duritatea flancurilor danturii roții dințate conduse.

Duritatea flancurilor melcului va fi cu minimum 40—50 HB mai mare decît duritatea flancurilor dinților roții melcate.

La reductoarele melcate, în special, construcția lagărelor trebuie să permită dilatări ale arborilor, fără ca acestea să ducă la solicitări suplimentare în organele reductorului sau la înrăutățirea condițiilor de contact dintre dinți.

Carcasa reductorului trebuie să fie etanșă la îmbinări și diverse găuri (dopuri filetate, indicatoare de nivel etc.).

Suprafețele neprelucrate din interiorul carcasei, ale roților dințate și ale altor piese se vor vopsi cu vopsea rezistentă la ulei, de culoare deschisă, de preferință albă.

La montarea reductorului se vor respecta, în limitele toleranțelor prescrise, toate cotele indicate în documentația de execuție.

Se recomandă încălzirea în băi de ulei sau prin curenți de inducție a pieselor ce urmează a se asambla la cald, astfel încît să se evite modificarea caracteristicilor mecanice ale materialelor respective.

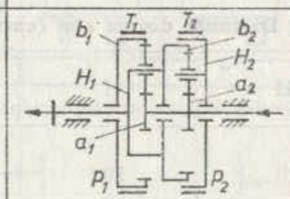
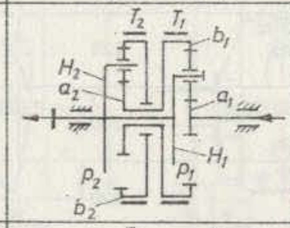
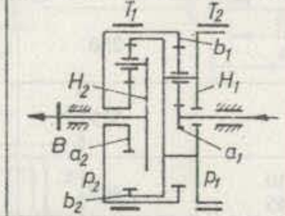
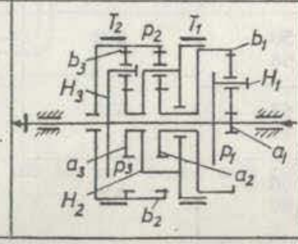
Rodajul angrenajului se face cu ulei de rodaj. În timpul funcționării sub sarcină, temperatura uleiului în baie va fi cu maximum 50°C peste temperatura mediului ambiant, fără să depășească 70°C.

Construcția reductoarelor trebuie să asigure respectarea normelor de tehnica securității și protecția muncii.

Reductorul trebuie să fie prevăzut cu:

Tabelul 2.3

Relații de calcul a raportului de transmitere la reductoare planetare inversoare

Număr schemă	Schema cinematică	Frînă cuplată	Raportul de transmitere
1		T_1 T_2	$i_1 = 1 + p_1$ $i_2 = -p_2$
2		T_1 T_2	$i_1 = 1 + p_1$ $i_2 = 1 - p_1 p_2$
3		T_1 T_2	$i_1 = \frac{(1+p_1)(1+p_2)}{p_2}$ $i_2 = -p_1(1+p_2)$
4		T_1 T_2	$i_1 = 1 + p_1 + \frac{p_1 p_2}{p_3}(1+p_3)$ $i_2 = 1 + p_1 - p_1(1+p_2)(1+p_3)$

— un orificiu cu filet (pentru scurgerea uleiului) astfel amplasat încît uleiul să se scurgă fără a fi necesară o altă operație (mutarea sau înclinarea reductorului etc.)
— un indicator de nivel al uleiului;
— un capac la partea superioară a carcasei, servind la umplerea cu ulei și la controlul interiorului;
— muchii sau inele de ridicare necesare transportării reductorului;
— la reductoare de dimensiuni mari, se prevăd dispozitive de aerisire.

2.7. RAPOARTE DE TRANSMITERE

În STAS 6012-68 (tabel 2.4) se dau rapoartele de transmitere pentru angrenaje cilindrice, conice și melcate, folosite în construcția de mașini. Valorile din șirul I vor fi preferate celor din șirul II și acestea valorilor din șirul III.

Rapoartele de transmitere mai mari ca cele din tabelul 2.4 se obțin prin înmulțirea acestora cu 10, 100, 1000 etc., rapoartele mai mici ca unu (<1) se obțin folosind valorile inverse din tabel $\left(\text{ex. } \frac{1}{1{,}25}\right)$. În practică se întîlnesc și rapoarte diferite ca valoare de cele standardizate. Dealtfel raportul de transmitere total rezultă din condițiile funcționale. În funcție de mărimea raportului de transmitere se alege numărul de trepte. În general la o pereche de roți dințate raportul de transmitere maxim este $i = 10$, cifră impusă din motive de gabarit. Drept limită economică într-o treaptă se poate considera $i \leqslant 6$. În principiu, pentru realizarea raportului de transmitere total, se va lua un număr de trepte minim, astfel încît raportul de transmitere al fiecărei trepte să satisfacă condiția $i \leqslant 6$ (în mod excepțional $i < 10$). Rapoarte de transmitere mai mari decît 10, într-o singură treaptă, sînt impuse de condiții de construcție, cînd roata dințată face corp comun cu piesa respectivă (volantul automobilelor, placa turnantă la macarale, coroanele dințate la cuptoarele de clincher etc.). La stabilirea raportului de transmitere se recomandă ca numărul de dinți ai roții conduse să nu fie un multiplu întreg al numărului de dinți ai pinionului pentru a evita oscilațiile întreținute și a asigura uzura uniformă a danturii.

Descompunerea raportului de transmitere total pe treptele reductorului se poate executa pornind de la diferite condiții cum sînt: rezistență egală a flancurilor sau a bazei dinților, volumul total al roților să fie minim, realizarea ungerii tuturor treptelor prin scufundare egală în baia de ulei etc.

În general raportul total de transmitere i_T se repartizează pe trepte după tipul reductorului.

Astfel la reductoare cu două trepte raportul pentru prima treaptă se recomandă
— la reductoare cilindrice cu schema desfășurată (fig. 2.2, 2.3):

$$i_1 = (1{,}20 \ldots 1{,}25) \sqrt{i_T} \tag{2.6}$$

— la reductoare cilindrice coaxiale (fiig. 2.4):

$$i_1 \geqslant \sqrt{i_T} \tag{2.7}$$

— la reductoare conice-cilindrice:

$$i_1 \leqslant \sqrt{i_T} \tag{2.8}$$

Rapoarte de transmitere (extras STAS 6012-68)

I	II	III	I	II	III
1,00	1,00	1,00	3,15	3,15	3,15
		1,06			3,35
	1,12	1,12		3,55	3,55
		1,18			3,75
1,25	1,25	1,25	4,00	4,00	4,00
		1,32			4,25
	1,40	1,40		4,50	4,50
		1,50			4,75
1,60	1,60	1,60	5,00	5,00	5,00
		1,70			5,30
	1,80	1,80		5,60	5,60
		1,90			6,00
2,00	2,00	2,00	6,30	6,30	6,30
		2,12			6,70
	2,24	2,24		7,10	7,10
		2,36			7,50
2,50	2,50	2,50	8,00	8,00	8,00
		2,65			8,50
	2,80	2,80		9,00	9,00
		3,00			9,50

Raportul de transmitere pentru treapta a doua rezultă:

$$i_2 = \frac{i_T}{i_1} \tag{2.9}$$

La reductoare cilindrice cu trei trepte pentru treapta a doua:

$$i_2 = \sqrt[3]{i_T} \tag{2.10}$$

Prima și a treia treaptă vor avea împreună raportul:

$$i_{13} = \frac{i_T}{i_2} \tag{2.11}$$

La prima treaptă:

$$i_1 = 1{,}2\sqrt{i_{13}}, \tag{2.12}$$

iar pentru treapta a treia:

$$i_3 = \frac{i_{13}}{i_1} \tag{2.13}$$

2.8. DISTANȚA DINTRE AXE (extras STAS 6055-68)

Se vor alege de preferință valorile cuprinse în șirul I (tab. 2.5). Se admite folosirea valorii 320 în locul valorii 315 și a valorii 360 în locul valorii 355.

Tabelul 2.5

Distanțe dintre axe (extras STAS 6055-68)

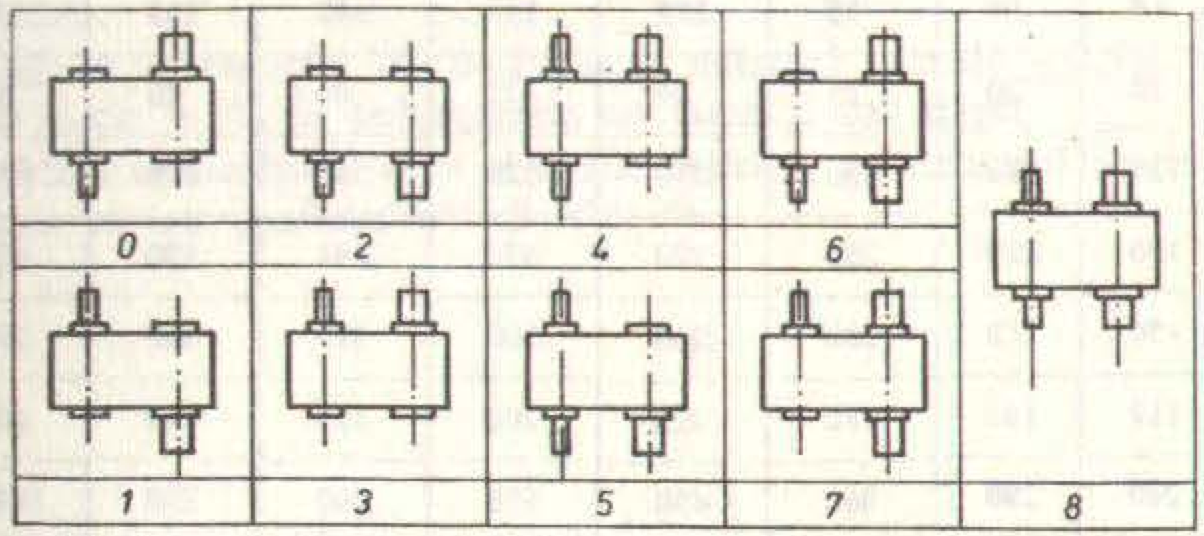
I	II	I	II	I	II
		100	100 112	1000	1000 1120
		125	125 140	1250	1250 1400
		160	160 180	1600	1600 1800
		200	200 225	2000	2000 2250
		250	250 280	2500	2500
		315	315 355		
40	40 45	400	400 450		
50	50 56	500	500 560		
63	63 71	630	630 710		
80	80 90	800	800 900		

2.9. REDUCTOARE CILINDRICE – DIMENSIUNI PRINCIPALE (extras STAS 6850-77)

Sînt standardizate dimensiunile principale ale reductoarelor cilindrice de uz general cu una, două şi trei trepte, avînd axele orizontale în acelaşi plan, lagăre cu rulmenţi, placă de sprijin inferioară, carcasa în întregime peste placa de sprijin şi arborii plini (seriile 1H1-001, 2H1-001, 3H1-001). În simbol prima cifră reprezintă numărul de

Tabelul 2.6

Poziţia arborilor de cuplare la reductoarele cilindrice de uz general seria 1H1-001, 2H1-001, 3H1-001



OBSERVAŢIE. — Cifrele reprezintă simbolurile pentru poziţiile arborilor de cuplare, conform STAS 6848-63.

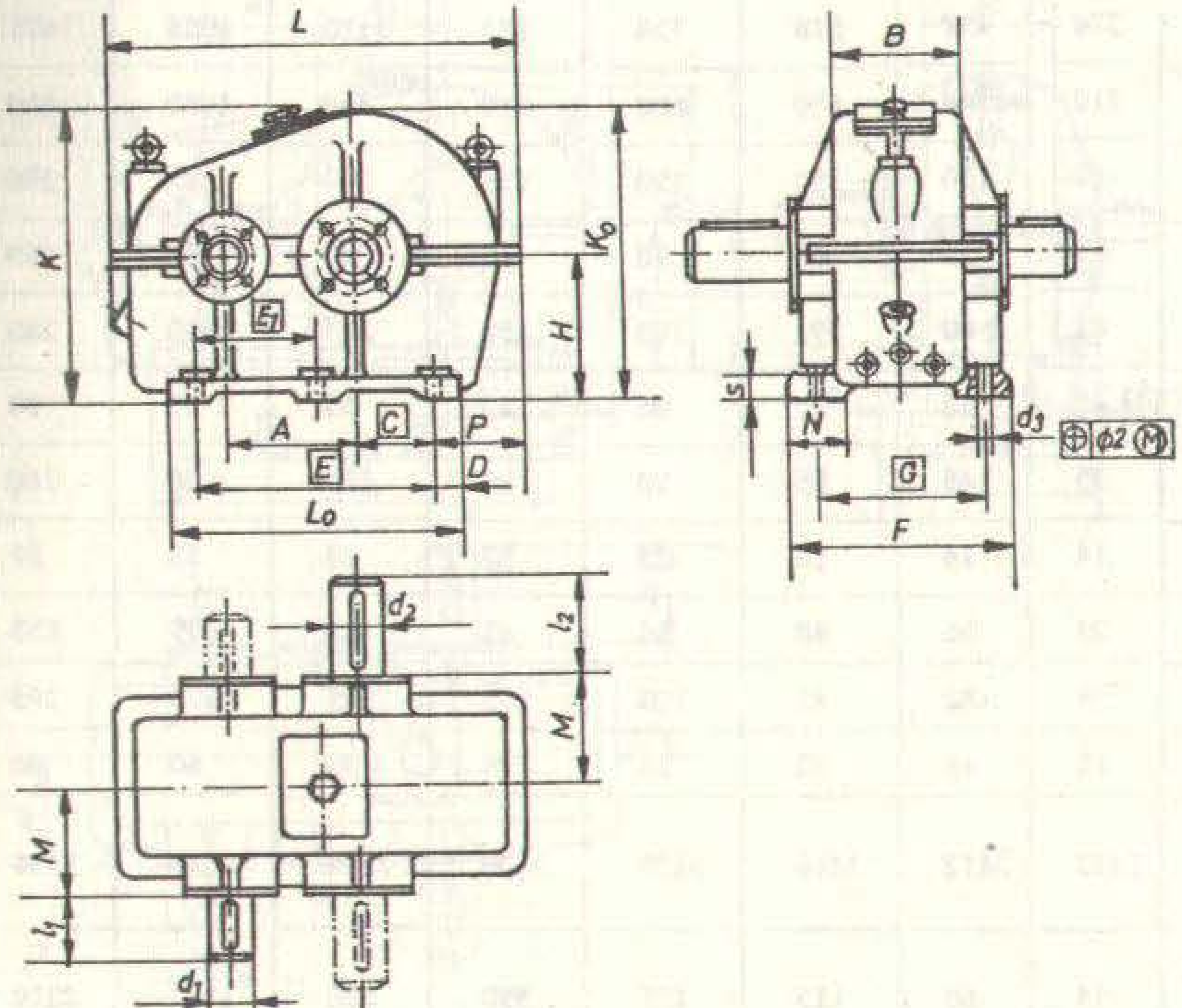


Fig. 2.20. Reductor cilindric cu o treaptă seria 1H1-001.

Tabelul 2.7

Dimensiunile principale ale reductoarelor cilindrice cu o treaptă seria 1H1-001

A	80	100	125	160	200	250	320	400	500	630
B	54	64	78	96	116	144	180	220	270	330
C	43	50	68	92	90	130	140	195	265	320
D	15	20	20	25	30	30	40	45	60	75
E	150	180	225	300	340	440	540	680	900	1100
E_1	—	—	—	—	—	220	270	340	450	550
F	116	140	155	190	240	280	340	410	500	560
G	85	100	115	140	180	210	260	320	380	420
H	100	112	140	180	225	280	355	450	560	710
K	204	225	280	345	418	505	680	790	995	1300
K_0	181	214	263	336	418	523	663	830	1030	1300
L	245	298	373	455	560	695	864	1060	1305	1620
L_0	180	220	265	350	400	500	620	770	1020	1250
M	76	88	95	120	145	175	205	220	270	300
N	38	50	50	60	75	80	95	130	150	170
P	56	72	80	94	138	150	213	235	365	340
d_1	18	22	30	35	45	55	70	90	110	130
d_2	28	35	45	55	70	80	100	130	160	180
d_3	11	14	14	18	22	22	26	33	39	39
l_1	28	36	58	58	82	82	105	130	165	200
l_2	42	58	82	82	105	130	165	200	240	240
s	14	18	18	22	24	28	35	40	45	50
Filetul şuruburilor de fixare	M10	M12	M12	M16	M20	M20	M24	M30	M36	M36
Masa (fără ulei) kg ≈	15	25	50	80	140	255	480	580	1470	2100

Tabelul 2.8

Puteri nominale ale reductoarelor cilindrice cu o treaptă seria 1H1-001

Raportul de transmitere	A									
	80	100	125	160	200	250	320	400	500	630
	Puteri nominale, kW									
2	5,6	10,9	21,2	45	85	165	300			
2,24	4,75	9,75	18,5	37,5	75	140	290			
2,5	4,25	8,6	16	32,5	67	121	250			
2,8	3,65	7,3	13,6	28	54,5	106	218	350		
3,15	3,25	6	11,5	23,6	47,5	92,5	190	340		
3,55	2,72	5,3	10	20,6	40	77,5	165	330		
4	2,3	4,5	8,75	18	35,5	65	132	305	415	
4,5	2	3,75	7,1	15	28	54,5	112	264	360	
5	1,65	3,15	6	12,1	24,3	46,2	97,5	220	334	600
5,6	1,12	2,06	3,37	8,25	20	38,7	82	179	300	550
6,3	1,12	2,06	3,37	8,25	16,5	30,7	63	139	235	470

OBSERVAȚIE. — Puterile nominale corespund turației la intrare de 1500 rot/min.

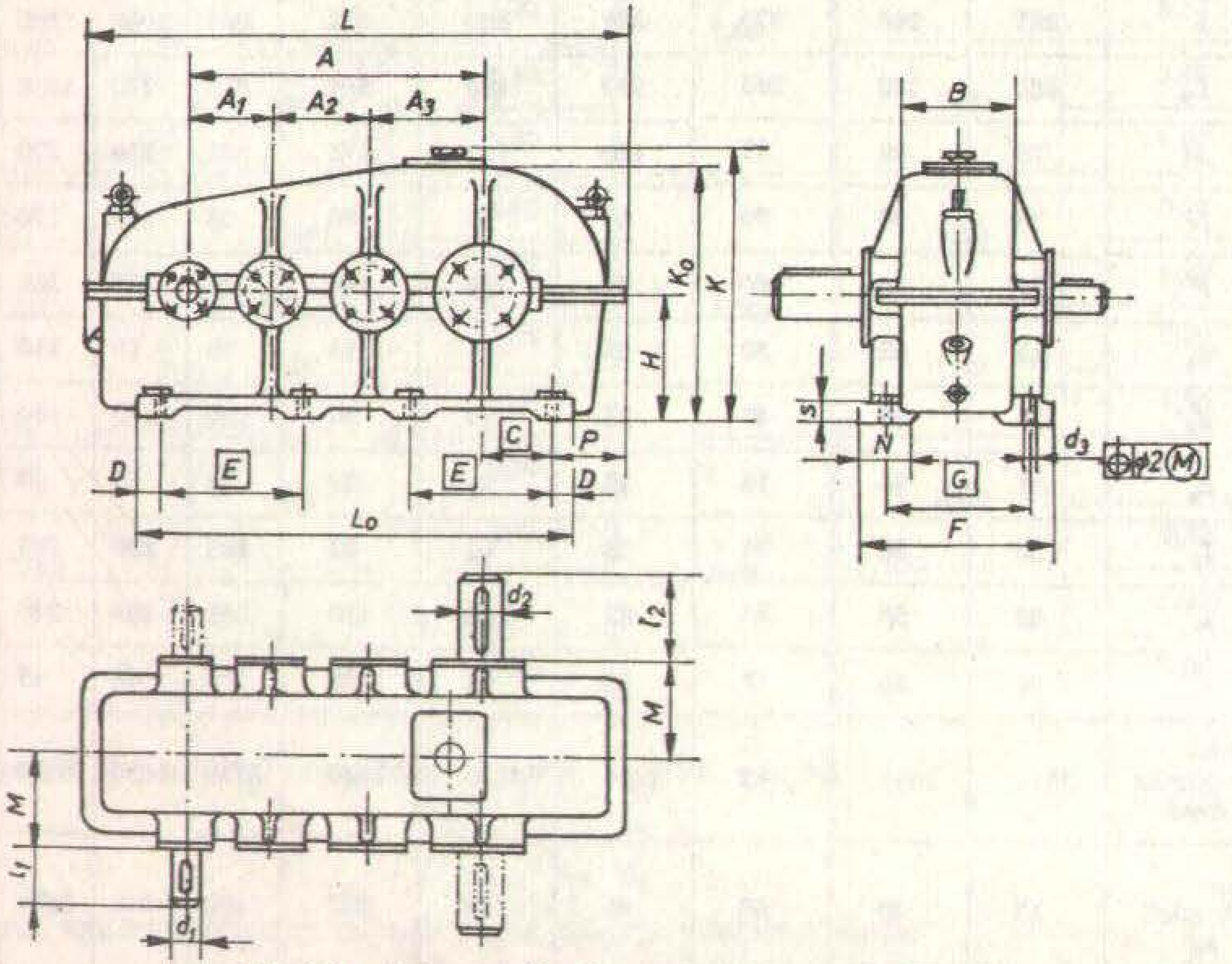


Fig. 2.21. Reductor cilindric cu două trepte seria 2H1-001.

Tabelul 2.9

Dimensiunile principale ale reductoarelor cilindrice cu două trepte seria 2H1-001

A	180	225	285	360	450	570	720	900	1130
A_1	80	100	125	160	200	250	320	400	500
A_2	100	125	160	200	250	320	400	500	630
B	106	128	156	192	234	290	360	440	550
C	60	68	95	125	130	140	195	290	375
D	20	20	25	30	35	40	45	60	85
E	135	160	210	270	320	390	495	640	790
F	190	210	250	320	370	450	550	670	790
G	150	170	200	260	300	370	460	550	670
H	112	140	180	225	280	355	450	560	630
K	240	298	360	450	555	690	850	1040	1230
K_0	214	263	336	418	520	665	830	1030	1220
L	374	457	578	710	833	1110	1358	1675	2080
L_0	310	360	470	600	710	860	1080	1400	1750
M	110	130	155	190	225	270	325	390	415
N	55	55	60	70	80	90	140	150	170
P	62	80	91	103	150	213	235	240	303
d_1	18	22	30	35	45	55	70	90	110
d_2	35	45	55	70	80	100	130	160	180
d_3	14	14	18	22	22	26	33	39	39
l_1	28	36	58	58	82	82	105	130	165
l_2	58	82	82	105	130	165	200	240	240
s	18	18	22	26	28	35	40	48	50
Filetul șuruburilor de fixare	M12	M12	M16	M20	M20	M24	M30	M36	M36
Masa (fără ulei) kg ≈	35	60	115	195	350	650	1100	2210	3500

trepte, litera H — angrenajul cilindric cu axe orizontale, cifra 1 poziția relativă a arborelui de ieșire (plan orizontal), cifra 0 — lagăre cu rulmenți, iar grupul de cifre 01 — carcasă deasupra plăcii de sprijin.

Reductoarele de turație din seriile 1H1-001, 2H1-001 și 3H1-001 pot avea arborii de cuplare situați în una din pozițiile prevăzute în tabelul 2.6.

Dimensiunile de gabarit, de fixare și de cuplare, precum și masa maximă și puterile nominale sînt date în figura 2.20 și tabelele 2.7 și 2.8 pentru reductoarele cu 1 treaptă — seria 1H1-001, în figura 2.21 și tabelele 2.9 și 2.10 pentru reductoarele cu două trepte — seria 2H1-001 și în figura 2.22 și tabelele 2.11 și 2.12 pentru reductoarele cu trei trepte — seria 3H1-001.

Abaterea limită la raportul de transmitere nominal este de $\pm 2,5\%$ la reductoarele cu o treaptă și de $\pm 3\%$ la reductoarele cu două și trei trepte.

Abaterile limită ale înălțimii H și abaterile limită la paralelismul acesteia față de planul de reazem se iau conform STAS 2741-68.

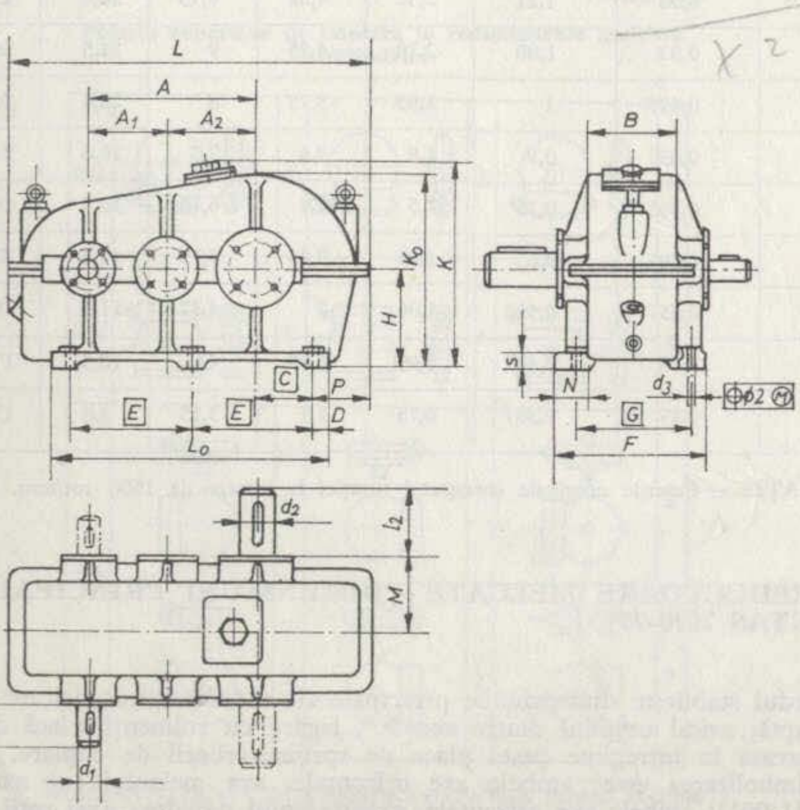


Fig. 2.22. Reductor cilindric cu trei trepte seria 3H1-001.

Tabelul 2.10

Puteri nominale ale reductoarelor cilindrice cu două trepte seria 2H1-001

Raportul de transmitere	A: 180	225	285	360	450	570	720	900	1130
	Puteri nominale, kW								
7,1	3,55	6,9	13,6	27,2	53	106	212		
8	3,15	6	11,5	23,6	47,5	92,5	190	330	500
9	2,8	5,45	11,2	21,8	42,5	87,5	170	295	442
10	2,57	4,87	10	20	38,7	77,5	155	290	435
11,2	2,12	4,12	8,75	17,5	32,5	69	132	250	375
12,5	1,95	3,75	7,75	15,5	30	63	118	230	345
14	1,7	3,25	6,7	13,2	25	54,5	106	200	300
16	1,55	3	6,15	11,8	23	48,7	95	186	277
18	1,28	2,5	5,15	10,3	19,5	41,2	80	155	232
20	1,15	2,24	4,65	9,5	18	37,5	73	140	210
22,4	1,06	2	4,25	8,5	16,5	34,5	65	128	192
25	0,9	1,8	3,55	7,1	13,6	29	54,5	120	180
28	0,825	1,6	3,15	4,62	9	19	36,5	80	120
31,5	0,69	1,32	2,72	5,45	10,6	22,4	42,5	100	150
35,5	0,56	1,09	2,3	4,5	8,75	18,5	34,5	80	120
40	0,475	0,9	1,85	3,65	7,1	14,5	29	72	108

OBSERVAȚIE — Puterile nominale corespund turației la intrare de 1500 rot/min.

A	305	385	485	610	770	970	1220	1530
A_1	80	100	125	160	200	250	320	400
A_2	100	125	160	200	250	320	400	500
A_3	125	160	200	250	320	400	500	630
B	128	156	192	234	290	360	440	550
C	68	95	125	130	140	195	290	342
D	20	25	30	40	40	45	60	76
E	130	165	210	260	320	410	530	666
F	210	250	320	380	450	550	670	780
G	170	200	260	300	370	460	550	660
H	140	180	225	280	355	450	560	710
K	298	370	458	558	700	855	1060	1320
K_0	263	336	418	520	663	830	1030	1300
L	531	663	830	1034	1290	1590	1970	2500
L_0	430	545	690	860	1040	1320	1710	2150
M	115	155	190	225	240	325	335	395
N	55	60	90	80	95	140	150	170
P	80	90	103	150	213	235	240	318
d_1	18	22	30	35	45	55	70	90
d_2	45	55	70	80	100	130	160	180
d_3	14	18	22	22	26	33	39	39
l_1	28	36	58	58	82	82	105	130
l_2	82	82	105	130	165	200	240	240
s	18	22	26	28	35	40	45	50
Filetul şuruburilor de fixare	M12	M16	M20	M20	M24	M30	M36	M36
Masa (fără ulei) kg ≈	70	132	220	420	720	1320	2300	4200

Puteri nominale ale reductoarelor cilindrice cu trei trepte, seria 3H1-001

Raportul de transmitere	A							
	305	385	485	610	770	970	1220	1530
	Puteri nominale, kW							
45	1,32	2,8	5,45	10,6	22,4	59,5	97	145
50	1,15	2,36	4,62	9,25	19,5	52,5	84	126
56	1,03	2,24	4,25	8,25	18	47	75	112,5
63	0,96	2	3,75	7,5	16	43	69	103,5
71	0,85	1,8	3,45	6,7	14,5	39,2	62	93
80	0,71	1,45	2,9	5,6	11,5	32	53	79,5
90	0,65	1,32	2,65	5	10,6	30	47,5	71,5
100	0,58	1,21	2,36	4,62	9,75	26,6	42	63
112	0,53	1,09	2,18	4,25	9	24,5	38,5	57
125	0,475	1	1,95	3,75	8	22,4	35,4	54
140	0,437	0,9	1,8	3,4	7,3	19,6	31,4	48
160	0,365	0,75	1,5	2,9	6,15	16,5	26,2	39,5
180	0,307	0,65	1,25	2,43	5,15	14,4	22,4	33,5
200	0,257	0,545	1,06	2	4,37	11,4	19,5	29,5
224	0,23	0,487	0,95	1,85	4	10,5	17,2	27
250	0,19	0,387	0,75	1,7	3,15	8,8	13,5	20,5

OBSERVAŢIE. — Puterile nominale corespund turaţiei la intrare de 1500 rot/min.

2.10. REDUCTOARE MELCATE – DIMENSIUNI PRINCIPALE (Extras STAS 7026-77)

Standardul stabileşte dimensiunile principale ale reductoarelor melcate de uz general cu o treaptă, avînd unghiul dintre axe 90°, lagăre cu rulmenţi, placă de sprijin inferioară, carcasa în întregime peste placa de sprijin, arborii de cuplare. După poziţia axelor, simbolizarea este: ambele axe orizontale, axa melcului sub axa roţii melcate (seria 1M1-001); ambele axe orizontale, axa melcului deasupra axei roţii melcate (seria 1M2-001); axa melcului orizontală şi axa roţii melcate verticală (seria 1M3-001).

Reductoarele de turație melcate pot avea arborii de cuplare situați în una din pozițiile prevăzute în tabelul 2.13.

Abaterea limită de la raportul de transmitere nominal este $\pm 3\%$.

Abaterile limită ale înălțimii axei H și abaterile limită la paralelismul acesteia față de planul de reazem, conform STAS 2741-68.

Clasificarea angrenajelor melcate cilindrice poate fi făcută după tipul melcului din angrenaj, definit prin STAS 6845-75 și anume:

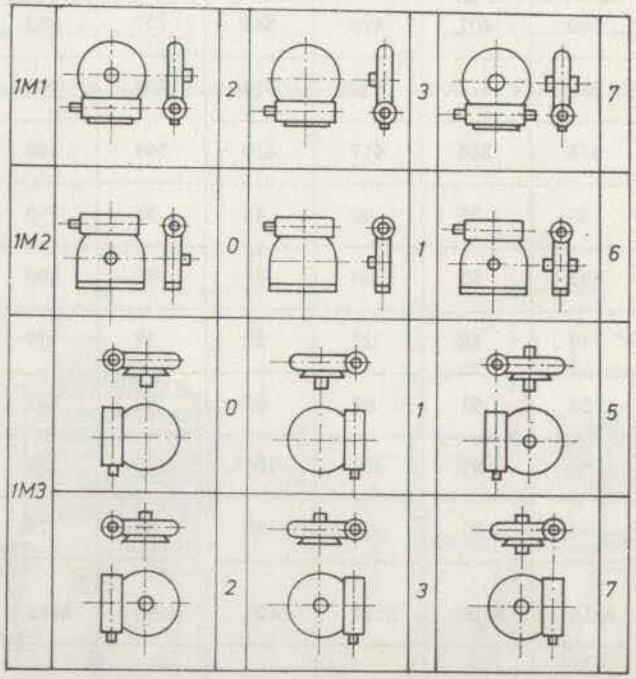
1 — melc tip ZA (melc arhimedic, cu profil rectiliniu în secțiune axială);
2 — melc tip ZE (melc evolventic);
3 — melc tip ZN 1 (cu profil rectiliniu în secțiunea normală pe dinte);
4 — melc tip ZN 2 (cu profil rectiliniu în secțiunea normală pe gol);
5 — melc tip ZK 1 (generat cu sculă dublă conică, freză disc sau piatră de rectificat);
6 — melc tip ZK 2 (generat cu freză deget conică sau piatră de rectificat).

Melcul tip ZN 1 are profil rectiliniu într-o secțiune perpendiculară pe elicea de referință a dintelui.

Melcul de tip ZN 2 nu este recomandat a fi utilizat.

Tabelul 2.13

Poziția arborilor de cuplare la reductoarele melcate cilindrice



OBSERVAȚIE. — Cifrele reprezintă simbolurile pentru pozițiile arborilor de cuplare, conform STAS 6848-63.

Melcul de tip ZA (melc arhimedic) cu profil rectiliniu în secțiune axială se execut ușor, motiv pentru care este foarte des utilizat. Melcii tip ZK 1 și ZK 2 prezint dificultăți la execuție.

Reductoarele melcate cu distanța dintre axe $A = 31{,}5 \ldots 80$ mm se execută în tr variante ale axelor (seria 1M1-001; seria 1M2-001 și seria 1M3-001), cu dimensiunile con form figurii 2.23 și tabelul 2.14. Pentru reductoare cu distanța dintre axe $A = 100 — 500$ mr

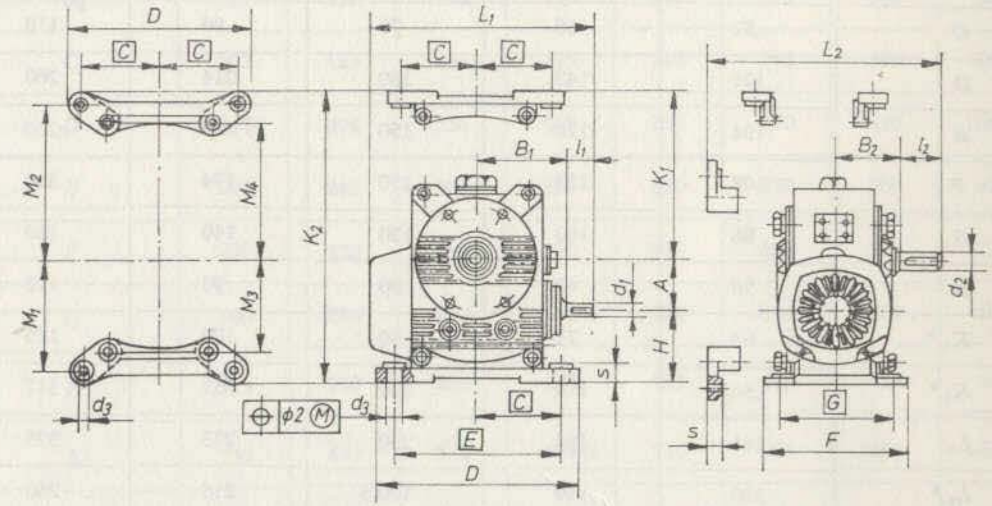


Fig. 2.23. Reductor melcat cu distanța dintre axe $A = 31{,}5 \ldots 80$ mm și montare în orice poziție a axelo (1M1-001, 1M2-001, 1M3-001).

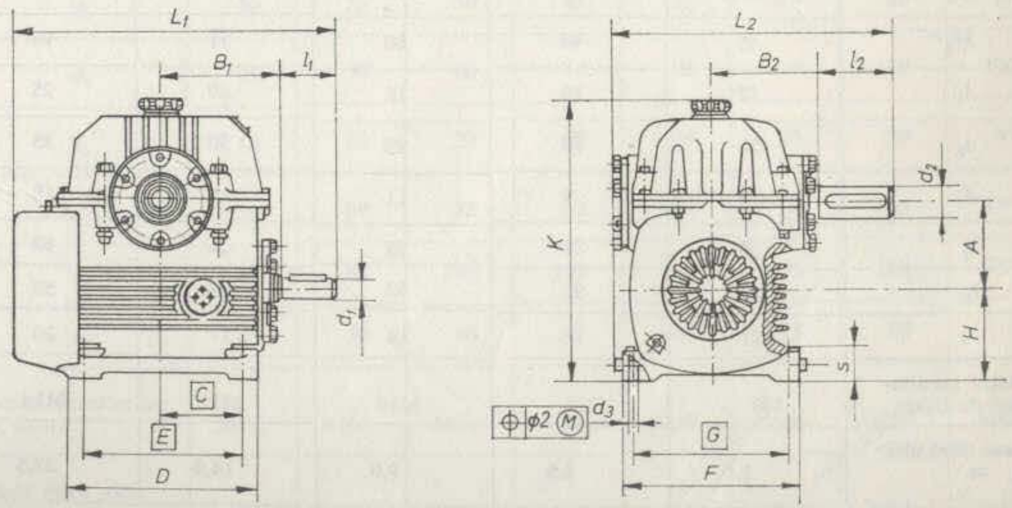


Fig. 2.24. Reductor melcat cu distanța dintre axe $A = 100 \ldots 500$ mm, seria 1M1-001.

Tabelul 2.14

Dimensiunile principale ale reductoarelor melcate cu distanța dintre axe $A = 31{,}5 \ldots 80$ mm și montare în orice poziție a axelor (1M1-001; 1M2-001; 1M3-001)

A	31,5	40	50	63	80
B_1	58	70	85	100	125
B_2	42	50	57,5	70	90
C	52	60	75	90	110
D	126	142	180	214	260
E	104	120	150	180	220
F	108	122	150	174	220
G	86	100	120	140	180
H	56	63	80	90	112
K_1 *	63	71	90	100	125
K_2 *	150,5	174	220	253	317
L_1	161	194	230	273	335
L_2 *	120	149	170,5	218	260
M_1 *	80	97	123	148	187
M_2 *	55,5	65	83	95	120
M_3 *	67,5	80	100	121	157
M_4 *	43	48	60	71	90
d_1	12	16	18	20	25
d_2	16	20	25	30	35
d_3	9	9	11	14	18
l_1	25	28	28	36	42
l_2	28	36	42	58	58
s	11	12	14	17	20
Filetul șuruburilor de fixare	M8	M8	M10	M12	M16
Masa (fără ulei) kg, ≈	3,5	4,5	9,0	14,5	27,5

* Valorile acestor cote corespund situației în care tălpile sînt prinse de corp.

Tabelul 2.15

Dimensiunile principale ale reductoarelor melcate cu distanța dintre axe $A = 100 \ldots 500$ mm, seria 1M1-001

A	100	125	160	200	250	320	400	500
B_1	143	172,5	205	242	320	385	470	600
B_2	114	130	160	156	220	250	300	370
C	102	123	153	175	215	285	350	460
D	244	294	356	410	520	670	826	1060
E	204	246	306	350	430	570	700	920
F	230	258	280	310	410	490	586	720
G	190	210	230	250	320	390	460	580
H	112	125	140	160	200	212	236	300
K	340	407	490	585	737	893	1072	1344
L_1	388	471	552	618	794	960	1165	1450
L_2	314	344	417	419	564	660	754,5	970
d_1	30	35	40	45	55	70	80	90
d_2	45	50	60	70	80	100	125	170
d_3	18	18	22	22	33	39	39	45
l_1	58	58	82	82	82	105	130	130
l_2	82	82	105	105	130	165	165	240
s	35	50	60	65	68	75	90	110
Filetul șuruburilor de fixare	M16	M16	M20	M20	M30	M36	M36	M42
Masa (fără ulei) kg, ≈	54	82	135	196	385	645	1240	2266

dimensiunile se dau: seria 1M1-001 în figura 2.24 și tabelul 2.15; seria 1M2-001 în figura 2.25 și tabelul 2.16; seria 1M3-001 în figura 2.26 și tabelul 2.17.

Rapoartele de transmitere și puterile nominale pentru reductoarele melcate cilindrice, prevăzute de STAS 7026-77, sînt prezentate în tabelul 2.18.

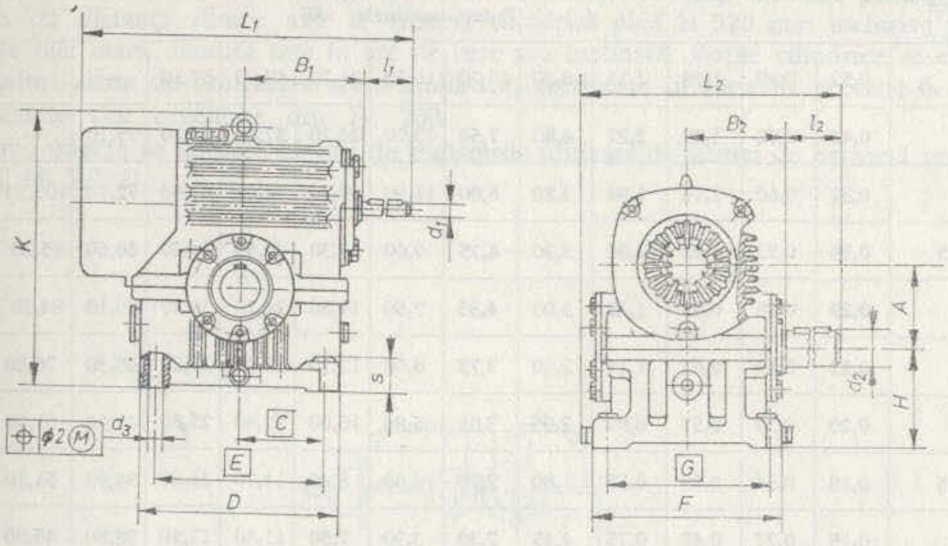


Fig. 2.25. Reductor melcat cu distanța dintre axe $A = 100 \ldots 500$ mm, seria 1M2-001.

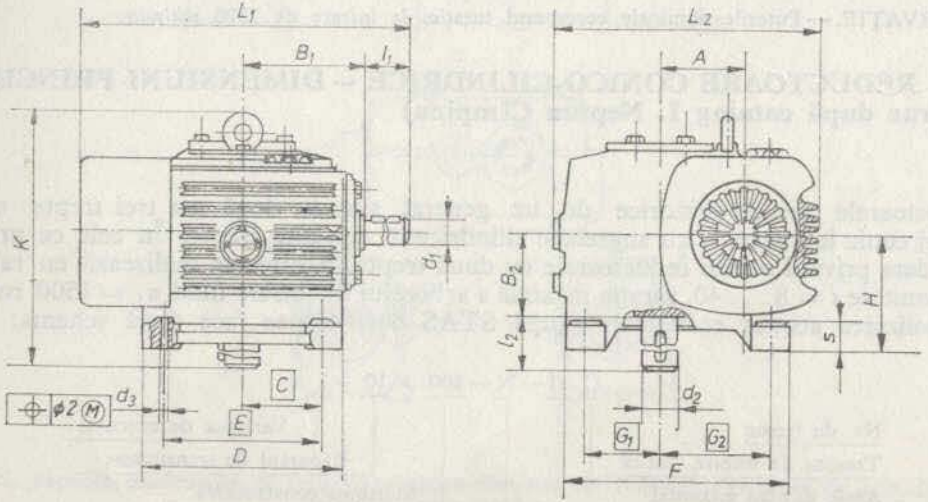


Fig. 2.26. Reductor melcat cu distanța dintre axe $A = 100 \ldots 500$ mm, seria 1M3-001.

Tabelul

Dimensiunile principale ale reductoarelor melcate cu distanța dintre axe $A = 100 \ldots 500$ m
seria 1M2-001

A	100	125	160	200	250	320	400	500
B_1	143	172,5	205	242	320	385	470	600
B_2	114	130	160	156	220	250	300	370
C	102	123	153	175	215	285	350	460
D	244	294	356	410	520	670	826	1060
E	204	246	306	350	430	570	700	920
F	230	258	280	310	410	490	586	720
G	190	210	230	250	320	390	460	580
H	118	160	200	225	265	355	425	600
K	332	415	510	598,5	710	925	1080	1412
L_1	396	461	550	626	793	960	1165	1452
L_2	314	344	417	419	564	660	758	970
d_1	30	35	40	45	55	70	80	90
d_2	45	50	60	70	80	100	125	170
d_3	18	18	22	22	33	39	39	45
l_1	58	68	82	82	82	105	130	130
l_2	82	82	105	105	130	165	165	240
s	35	50	60	65	68	75	90	110
Filetul șuruburilor de fixare	M16	M16	M20	M20	M30	M36	M36	M42
Masa (fără ulei) kg, ≈	54	75	140	200	231	850	1692	2143

Tabelul 2.17

Dimensiunile principale ale reductoarelor melcate cu distanța dintre axe $A = 100 \ldots 500$ mm, seria 1M3-001

A	100	125	160	200	250	320	400	500
B_1	143	172,5	205	242	320	385	470	600
B_2	114	130	160	156	220	250	300	370
C	95	118	150	180	230	280	350	420
D	236	284	360	432	552	660	820	1000
E	190	236	300	360	460	560	700	840
F	271	306	385	477	592	660	820	1080
G_1	95	118	150	180	230	280	350	420
G_2	130	140	175	225	270	280	350	500
H	140	160	200	212	280	315	400	450
K	331	352	431	441	578,5	672,5	775	1005
L_1	396	468	548	622	792	965	1165	1445
L_2	326	385	480	561	701	877	1044	1305
d_1	30	35	40	45	55	70	80	90
d_2	45	50	60	70	80	100	125	170
d_3	14	18	18	22	26	33	42	45
l_1	58	58	82	82	82	105	130	130
l_2	82	82	105	105	130	165	165	240
s	32	32	38	44	50	62	75	88
Filetul șuruburilor de fixare	M12	M16	M16	M20	M24	M30	M39	M42
Masa (fără ulei) kg, ≈	54	79	148	213	387	665	1251	2495

Tabelul 2.18

Rapoartele de transmitere și puterile nominale ale reductoarelor melcate cilindrice

Raportul de transmitere	A												
	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	320	400	500
	Puteri nominale, kW												
5	0,52	0,90	1,78	2,75	6,20	10,20	16,70	31,70	48,90	57,10	—	—	—
8	0,42	0,72	1,39	2,27	4,80	7,50	13,70	24,20	37,40	51,10	75,10	—	—
10	0,37	0,60	1,14	1,94	3,80	6,00	11,90	19,30	30,60	47,60	72,70	103,30	142,80
12,5	0,34	0,53	1,02	2,04	3,30	4,75	9,00	17,30	29,60	41,20	66,60	95,20	137,40
16	0,29	0,48	0,95	1,43	3,00	4,35	7,50	14,80	24,70	39,20	59,10	84,30	125,10
20	0,22	0,42	0,63	1,14	2,30	3,75	6,90	12,10	18,90	29,20	48,30	76,80	110,80
25	0,20	0,39	0,57	0,97	2,05	3,05	5,80	10,00	17,40	25,80	41,90	61,90	95,20
31,5	0,18	0,34	0,53	0,86	1,80	2,70	4,90	8,40	14,70	21,60	34,90	51,10	85,00
40	0,15	0,27	0,42	0,75	1,45	2,30	3,90	7,50	11,80	17,50	28,80	45,50	66,60
50	—	0,20	0,34	0,67	1,20	1,75	3,10	6,90	10,20	13,90	23,50	37,40	56,50
63	—	—	0,30	0,50	0,90	1,50	2,70	4,90	8,70	12,40	18,50	31,90	48,90

OBSERVAȚIE. — Puterile nominale corespund turației la intrare de 1500 rot/min.

2.11. REDUCTOARE CONICO-CILINDRICE – DIMENSIUNI PRINCIPALE (Extras după catalog I. Neptun Cîmpina)

Reductoarele conico-cilindrice de uz general sînt cu două sau trei trepte cu un angrenaj conic la intrare și cu angrenaje cilindrice în celelalte trepte. În cele ce urmează se dau date privind numai reductoarele cu două trepte. Acestea se realizează cu rapoarte de transmitere $i = 8 \ldots 40$, turația maximă a arborelui de intrare fiind $n_1 = 1500$ rot/min.

Simbolizarea acestor reductoare (după STAS 6848-63) se face după schema:

2 C H—N—100 × 10 — 1

- 2 — Nr. de trepte
- C — Treapta de intrare conică
- H — Axele în plan orizontal
- N — Corespunzător gamei noi
- 100 — Mărimea constructivă (distanța dintre axe)
- 10 — Raportul de transmitere
- 1 — Varianta de execuție

În figura 2.27 se dau variante constructive: cu arborele de intrare plin, cu unul sau două capete de cuplare (fig. 2.27, *a*) și cu arborele de ieșire tubular, cu un singur capăt de cuplare (fig. 2.27, *b*).

Dimensiunile de gabarit, de prindere și de cuplare sînt date în tabelul 2.19, iar puterile nominale la arborele de intrare în tabelul 2.20.

Angrenajul conic este executat din oțeluri aliate de îmbunătățire, nitrurate ionic și lepuite, în clasa de precizie 7. Angrenajele cilindrice sînt cu dinți înclinați pentru reductoarele cu distanța dintre axe la treapta cilindrică pînă la 320 mm inclusiv; pentru distanțe mai mari, dantura este în arc de cerc sau înclinată. Roțile cilindrice se execută din oțeluri aliate de cementare crom-molibden, rectificate în clasa de precizie 6.

Carcasele sînt executate din Fc 200.

Pentru ungere se folosesc uleiuri de transmisii aditivate cu aditivi de extremă presiune (ex. T 90 EP 2).

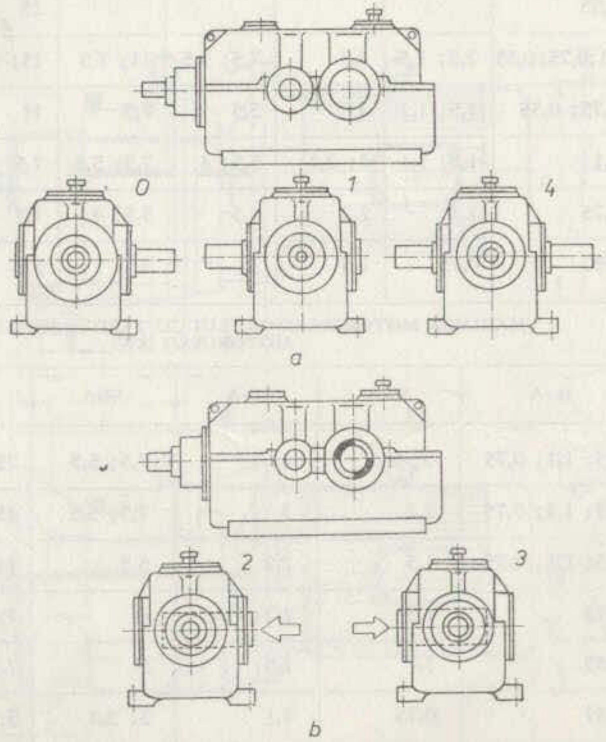
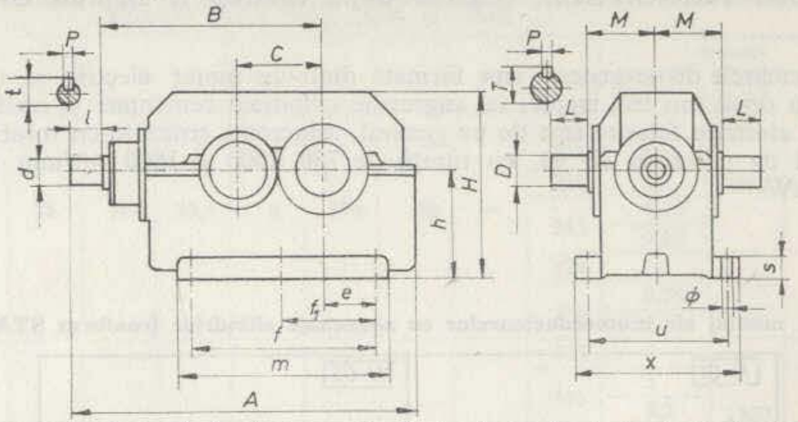


Fig. 2.27. Variante constructive de reductoare conico-cilindrice tip 2CH-N: *a* — cu ax de ieșire plin; *b* — cu ax de ieșire tubular.

Tabelul

Dimensiunile principale ale reductoarelor conico-cilindrice tip 2 CH-N



Mărimea reductorului	A	B	C	d	e	f	f_1	h	t/P	l	m	S/φ	u	x	D	H	L	M	T/P	Masa kg
2CH-N-80	415	275	80	22 j6	45	200	—	90	24,5/6	36	250	18/9	175	200	35 k6	200	58	95,5	38/10	33
2CH-N-100	479	295	100	25 j6	110	310	—	125	28,3/8	42	340	20/14	180	220	45 k6	260	82	104,5	48,5/14	60
2CH-N-125	588	375	125	32 k6	130	355	—	140	35,5/10	58	405	25/18	220	265	50 k6	295	82	122	59,3/16	95
2CH-N-160	760	470	160	40 k6	165	450	225	180	43/12	82	500	30/20	265	315	75 m6	370	105	150	79,5/20	182
2CH-N-200	917	575	200	50 k6	205	560	275	225	53,5/14	82	580	35/20	350	375	95 m6	465	130	185	101,4/22	332
2CH-N-250	1068	660	250	60 m6	235	660	330	280	64,4/18	82	720	40/28	420	480	110 m6	575	165	230	116,4/28	450
2CH-N-320	1288	825	320	75 m6	285	820	410	355	73,5/20	105	920	50/35	540	615	130 m6	740	200	283	137/32	950
2CH-N-400	1585	1000	400	85 m6	385	1080	540	450	90/22	130	1160	60/35	630	700	170 m6	895	240	340	179/40	1765
2CH-N-500	2020	1310	500	110 m6	400	1300	650	560	116/28	165	1420	95/39	770	880	200 m6	1110	280	440	220/45	3300
2CH-N-630	2325	1440	630	125 m6	360	1400	700	710	132/32	165	1600	100/39	910	1020	260 m6	1400	320	450	272/56	5100

Tabelul

Puterile nominale la arborele de intrare ale reductoarelor conico-cilindrice tip 2 CH-N

i_n	2CH-N-80			2CH-N-100			2CH-N-125			2CH-N-160			2CH-N-200			2CH-N-250			2CH-N-320			2CH-N-400		2CH-N-500		2CH-
	1500	1000	750	1500	1000	750	1500	1000	750	1500	1000	750	1500	1000	750	1500	1000	750	1500	1000	750	1000	750	750	500	750
8	6	4,1	3,2	12	8,1	6,3	22	14,5	12	42	28	22	80	54	42	142	97	77	—	150	130	268	196	370	250	630
10	5	3,4	2,6	10	6,8	5,2	18	12	9,5	34	23	18	62	42	33	115	80	60	169	128	109	222	165	295	200	500
12,5	3,7	2,5	2	7,5	5	4	14	10	7,5	27	20	14	50	33	27	95	67	50	143	109	92,5	175	132	240	160	420
16	2,9	1,9	1,5	5,7	3,8	3	11	8	5,8	22	16	11	41	28	21	75	50	39	118	87,5	73	137	103	185	125	320
20	2,2	1,6	1,2	4,2	3,1	2,3	8,4	5,8	4,5	17	11,5	8,4	30	20	16	55	40	32	90	69	56	110	82	150	100	270
25	1,7	1,3	0,9	3,3	2,5	1,9	6,4	4,3	3,5	12,5	8,6	6,4	22	15	11,5	46	34	27	71	54,5	43,7	88	66	120	80	210
31,5	1,4	0,9	0,7	2,8	2	1,5	5,6	4	3,2	11,2	8	6,3	20,5	15	11	37	25	20	59	49	39	60	40	80	54	130
40	0,9	0,7	0,5	1,7	1,3	1,0	3,2	2,2	1,8	6,3	4,3	3,2	11	7,5	6	23	17	14	36	28	22	42	32	65	45	100

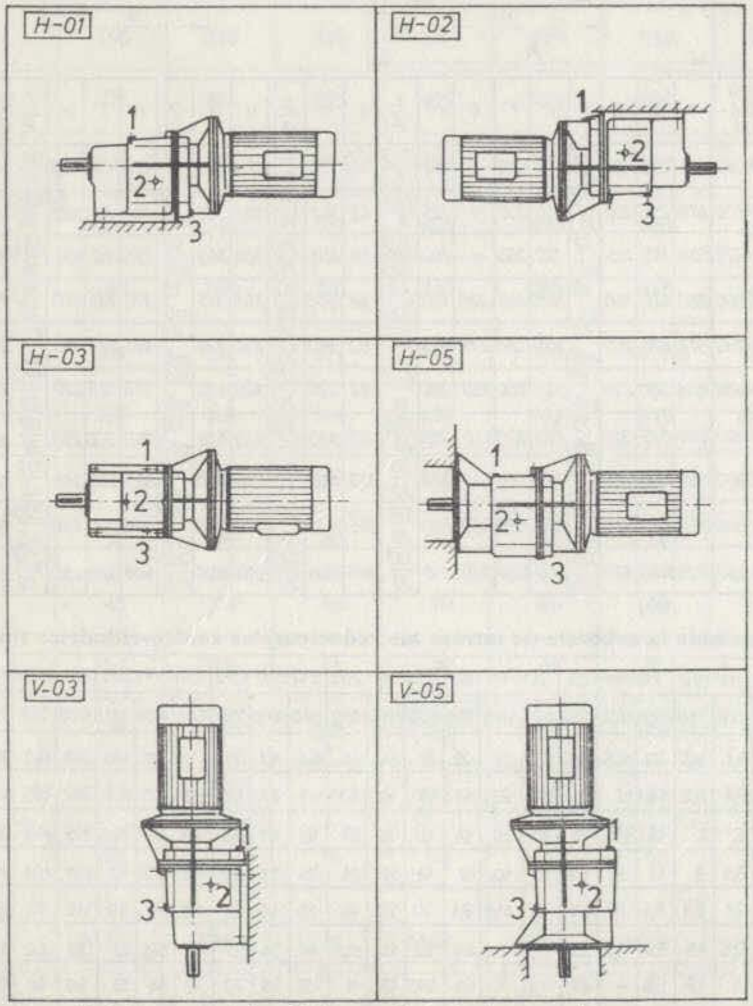
2.12. MOTOREDUCTOARE CU ANGRENAJE CILINDRICE – DIMENSIUNI PRINCIPALE. (Extras după catalog I. Neptun Cîmpina)

Motoreductoarele de uz general sînt formate dintr-un motor electric și un reductor e turație, în două sau trei trepte, cu angrenaje cilindrice cementate și rectificate.

Motoarele electrice folosite sînt de uz general, asincrone, trifazate cu rotorul în scurtrcuit, tipul de protecție IP 44, cu turații de 750, 1000 și 1500 rot/min și cu puteri ină la 30 kW.

Tabelul 2.21

Variante de montaj ale motoreductoarelor cu angrenaje cilindrice (conform STAS 6848-63)



Legendă: 1-bușon aerisire ; 2-bușon nivel ; 3-bușon golire.

Motoreductoarele sînt cu rapoarte de transmitere $i = 8 \ldots 71$. Cuplarea motoreductorului (arborele de ieșire) cu mecanismul acționat se face totdeauna prin cuplaje elastice, transmisii cu lanțuri curele etc.

Variantele de montaj ale motoreductoarelor cu angrenaje cilindrice sînt indicate in tabelul 2.21, iar caracteristicile acestora în tabelul 2.22.

Tabelul 2.22

Caracteristicile motoreductoarelor cu angrenaje cilindrice cu două și trei trepte

Turație motor rot/min	Turație ieșire rot/min	Raportul de transmitere	MĂRIMEA MOTOREDUCTORULUI CU DOUĂ TREPTE ȘI PUTEREA MOTORULUI (kW)							
			2 G-A	2 I-A	2 L-A	2 N-A	2 O-A	2 P-A	2 R-A	2 S-A
1500	187	8	1,5; 1,1	4,3; 2,2	7,5; 5,5	11	22; 18,5	30		
	150	10	1,5; 1,1; 0,75	3; 2,2	5,5; 4	7,5	15	22	30	
	120	125	1,1; 0,75; 0,55	2,2	5,5; 4	7,5	15; 11	22; 18,5; 15	30; 22	
	93	16	1,1; 0,75; 0,55	2,2; 1,5	4,3	7,5; 5,5	11; 7,5	15; 11	22; 18,5	30; 22
	75	20	0,75; 0,55	1,5; 1,1	3	5,5	7,5	11	15	22
1000	62	16	1,1	1,5; 1,1	3; 2,2	5,5; 4	7,5; 5,5	7,5	15; 11	22
	50	20	0,75	1,1	2,2	4,3	5,5; 4	7,5	11	15
750	37	20	0,37	0,75	1,5	3	4	5,5	7,5	

Turație motor rot/min	Turație ieșire rot/min	Raportul de transmitere	MĂRIMEA MOTOREDUCTORULUI CU TREI TREPTE ȘI PUTEREA MOTORULUI (kW)					
			3L-A	3N-A	30-A	3R-A	3T-A	3U-A
1500	33	45	1,5; 1,1; 0,75	3; 2,2	4	7,5; 5,5	22; 18,5; 15; 11	30
	26	56	1,5; 1,1; 0,75	2,2	3	7,5; 5,5	15	22
	21	71	1,5; 1,1; 0,75	1,5	2,2	5,5	11	15
1000	17	56	0,75	1,5	2,2; 1,5	4	7,5	11
	14	71	0,55	1,1	1,5	3	7,5; 5,5	11
750	10	71	0,37	0,75	1,1	3; 2,2	5,5	7,5

OBS.: Caracteristicile din tabel corespund motoreductoarelor echipate cu motoare electrice alimentate in curent alternativ 50 Hz.

Dimensiunile de gabarit şi de cuplare ale motoreductoarelor cu angrenaje cilindrice (fig. 2.28) în două trepte sînt date în tabelele 2.23 şi 2.24, iar pentru cele cu trei trepte în tabelele 2.25 şi 2.26.

La notare se indică mărimea motoreductorului (conform tabelelor 2.23, 2.24, 2.25 şi 2.26), raportul de transmitere, puterea, turaţia şi protecţia motorului electric (protecţia IP 44 nu se indică) şi varianta de montaj (conform tabelului 2.21).

Exemple:

a — motoreductor cu două trepte, mărimea P-A, raportul de transmitere 16, motorul electric 7,5 kW/1000 rot/min, protecţia motorului IP-44, varianta de montaj H 05:

2 P-A — 16 — 7,5/1000 — H 05

b — motoreductor cu trei trepte, mărimea R-A, raportul de transmitere 71, motorul electric 5,5 kW/1500 rot/min, protecţia motorului IP-54, varianta de montaj V05:

3 R-A — 71 — 5,5/1500 — V 05 — IP 54

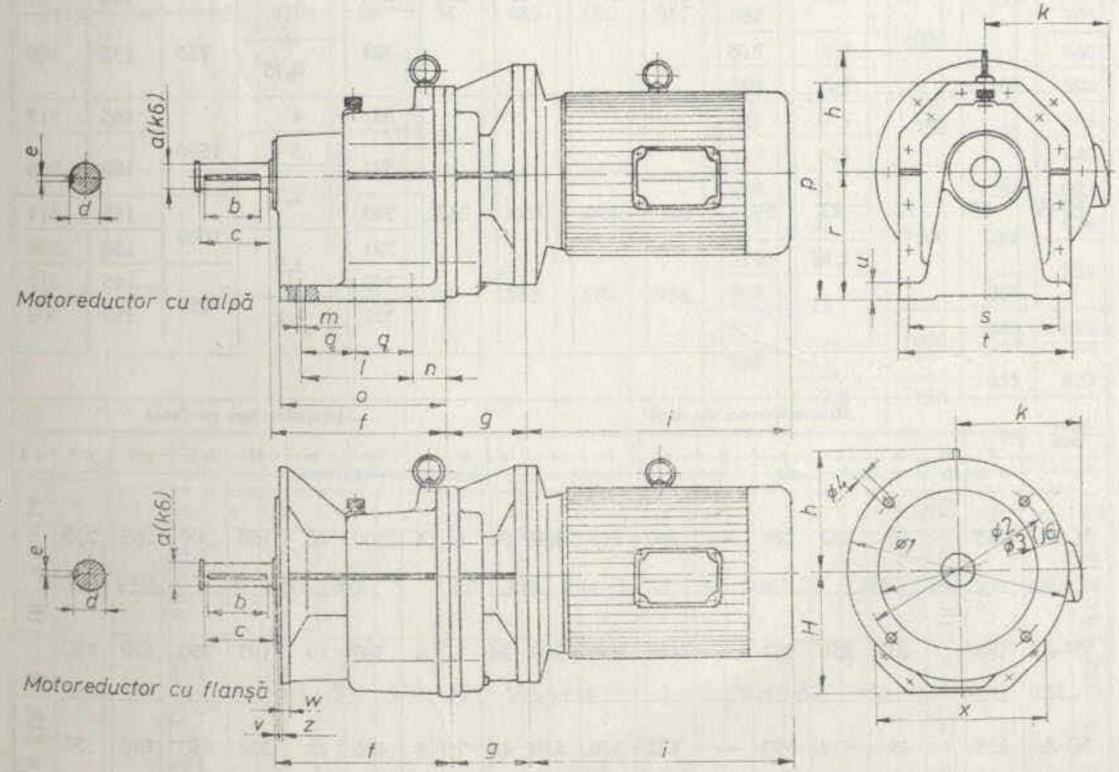


Fig. 2. 28. Dimensiunile de gabarit şi legătură ale motoreductoarelor cu două şi trei trepte cu angrenaje cilindrice.

Tabelul 2.2

Dimensiunile de gabarit şi legătură pentru motoreductoarele cu angrenaje cilindrice în 2 trepte tipurile G-A; 2I-A; 2L-A şi 2N-A

Mări-mea	a	b	c	d	e	f	g	h	i	Motorul: Putere kW	Motorul: Turaţie motor	Motorul: K	Masa netă Kg
2G-A	20	25	36	22,5	6	174	86	—	278	1,5	1500	142	30,5
									253	1,1			
									243	0,75		128	26,5
										0,55			
									278	1,1	1000		30,5
									253	0,75		142	
										0,37	750		26,5
2I-A	30	48	53	33	8	201	105	159	343	4	1500	165	78
									321	3		152	69
										2,2			68
									278	1,5		142	61
									253	1,1			59
									321	1,5	1000	152	69
									278	1,1		142	61
									321	0,75	750	152	68
2L-A	40	72	82	43,5	12	235	130	180	398	7,5	1500	200	129
									355	5,5			
									343	4		165	109
									321	3		152	100
									355			200	121
									343	2,2	1000	165	109
										1,5	750		
2N-A	50	72	82	55	16	261	142	206	558	15	1500	255	296
									515	11			253
									398	7,5		200	179
									355	5,5			171
									343	4		165	169
									393	5,5	1000		179
										4			
									355	3		200	171
									393		750		

Mări-mea	Motoreductoare cu talpă: l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	Motoreductoare cu flanşă: v	z	x	w	H	ø1	ø2	Ø3	ø4
2G-A	110	4×ø10	30	161,6	196	—	116	134	160	16	3,5	3,5	160	12	110	180	150	110	4×ø10
2I-A	130	4×ø14	34	187	237	—	140	158	194	20	4	3,5	194	14,5	138	250	215	180	4×ø12
2L-A	150	4×ø18	40	219	278	—	160	265	300	24	4	4	300	16	158	300	265	230	4×ø14
2N-A	165	4×ø18	35	242	344	—	200	330	380	24	5	4	380	20	195	350	300	250	4×ø18

Dimensiunile de gabarit și legătură pentru motoreductoarele cu angrenaje cilindrice în două trepte tipurile 20-A; 2P-A; 2R-A și 2S-A

Mări-mea	a	b	c	d	e	f	g	h	i	Motorul Putere kW	Motorul Turație motor	K	Masa netă Kg
20-A	55	72	82	59	16	306,5	150	217	612	22	1500	282	373
									574	18,5			358
									558	15		255	353
									515	11			333
									393	7,5		200	263
									515		1000	255	333
									393	5,5		200	263
										4			
									515	5,5	750	255	
										4			
2P-A	65	90	105	70	18	332	170	232	655	30	1500	284	467
									612	22		282	420
									574	18,5			
									558	15		255	382
									515	11			339
									558		1000		382
									515	7,5			339
									558	7,5	750		382
									515	5,5			339
2R-A	70	90	105	76	20	367	170	282	655	30	1500	284	556
									612	22		282	509
									574	18,5			472
									558	15		255	471
									612		1000	282	509
									558	11		255	471
										7,5	750		
2S-A	80	115	130	85	22	414	170	296	655	30	1500	281	789
									612	22		280	741
									655		1000	281	729
									612	15		253	
										11	750		713

Mări-mea	Motoreductoare cu talpă l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	Motoreductoare cu flanșă v	z	x	w	H	ø1	ø2	ø3	ø4
20-A	210	4×ø22	45	283	387	—	232	370	450	40	7	4	406	22	228	450	400	350	8×ø18
2P-A	215	4×ø22	45	307	435	—	265	410	480	40	5	4	445	22	260	450	400	350	8×ø18
2R-A	245	4×ø22	50	340	472	—	280	450	504	40	10	4	504	26	274	550	500	450	8×ø18
2S-A	285	4×ø22	50	370	523	142,5	317	468	546	40	5	4	548	26	312	550	500	450	8×ø18

Tabelul 2.23

Dimensiunile de gabarit și legătură pentru motoreductoarele cu angrenaje cilindrice în trei trepte, tipurile 3L-A; 3N-A; 30-A

Mări-mea	a	b	c	d	e	f	g	h	i	Motorul Putere kW	Motorul Turație motor	K	Masa netă Kg
3L-A	40	72	82	43,5	12	248	105	180	278	1,5	1500	142	97
									253	1,1			
									243	0,75		128	93
									253		1000	142	97
									243	0,55		128	93
									278		750	142	97
									253	0,37			
3N-A	50	72	82	55	16	277	105	206	321	3	1500	152	100
										2,2			
									278	1,5		142	61
									321		1000	152	100
									278	1,1		142	61
									321	0,75	750	152	100
3O-A	55	72	82	59	16	336	130	217	343	4	1500	165	317
									321	3		152	308
										2,2			
									343		1000	165	317
									321	1,5		152	308
									343		750	165	317
									321	1,1		152	308

Mări-mea	Motoreductoare cu talpă l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	Motoreductoare cu flanșă v	z	x	w	H	ø1	ø2	ø3	ø4
3L-A	165	4×ø18	40	232	278	—	160	265	300	24	4	4	300	16	158	300	265	230	4×ø14
3N-A	180	4×ø18	40	258	344	—	195	330	380	24	5	4	380	20	195	350	300	250	4×ø18
3O-A	235	4×ø22	45	312	387	—	232	370	450	40	7	4	406	22	228	450	400	350	4×ø18

Tabelul 2.26

Dimensiunile de gabarit și legătură pentru motoreductoarele cu angrenaje cilindrice în trei trepte tipuri 3R-A; 3T-A și 3U-A

Mări-mea	a	b	c	d	e	f	g	h	i	Motorul: Putere kW	Motorul: Turație motor	K	Masa netă Kg
3R-A	70	90	105	76	20	386	130	282	393	7,5	1500	200	403
									355	5,5			
									343	4		165	395
									393		1000	200	405
									355	3			395
									393		750		405
									355	2,2			395
3T-A	90	120	130	97	24	486	150	317	612	2,2	1500	282	740
									574	18,5			
									558	15		255	703
									515	11	1000		640
									558				703
									515	7,5			640
									393	5,5		200	690
									558	7,5	750	255	703
									515	5,5			640
3U-A	110	155	165	119	32	546	170	334	655	30	1500	284	923
									612	22		282	876
									574	18,5			839
									558	15		255	
									612		1000	282	876
									558	11		255	839
										7,5	750		

Mări-mea	Motoreductoare cu talpă: l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	Motoreductoare cu flanșă: v	z	x	w	H	ø1	ø2	ø3	ø4
3R-A	269	4×ø22	50	364	472	—	280	450	504	40	5	4	504	28	274	550	500	450	8×ø18
3T-A	340	6×ø28	68	461	582	170	355	570	640	60	5	5	604	30	350	720	670	620	8×ø22
3U-A	400	6×ø22	60	511	644	—	400	570	668	60	6	6	668	29	394	750	690	640	8×ø22

2.13. MOTOREDUCTOARE CILINDRO-MELCATE. DIMENSIUNI PRINCIPALE. (Extras după catalog I. Neptun Cîmpina)

Motoreductoarele cilindro-melcate de uz general sînt cu două trepte de reducere, treapta de intrare fiind cu angrenaj cilindric, iar treapta a doua cu angrenaj melcat.

Caracteristicile de bază ale acestor motoreductoare sînt date în tabelul 2.27.

Tabelul 2.27

Caracteristicile motoreductoarelor cilindro-melcate

Puterea motorului kW	Turația la ieșire rot/min	Randamentul total	Turația motorului rot/min	Raport de transmitere: Treapta cilindrică	Treapta melcată	Total	Simbolul tipului de bază A-tr. melcată
1	2	3	4	5	6	7	8
0,25	12	0,55	1500	2,5	50	125	50
	13,4	0,58	1500	2,24	50	112	50
	18,75	0,60	1500	1,6	50	80	50
	24	0,62	1500	2,5	25	62,5	50
	26,8	0,72	1500	2,24	25	56	50
	37,5	0,74	1500	1,6	25	40	50
	48	0,75	1500	1,25	25	31,25	50
0,37	6	0,57	750	2,5	50	125	80
	6,7	0,57	750	2,24	50	112	80
	8	0,58	1000	2,5	50	125	80
	8,4	0,59	1000	2,24	50	112	80
	9,37	0,56	750	1,6	50	80	63
	12	0,58	1500	2,5	50	125	63
	12,5	0,58	1000	1,6	50	80	63
	13,4	0,61	1500	2,24	50	112	63
	16	0,58	1000	2,5	25	62,5	63
	17,85	0.60	1000	2,24	25	56	63
	18,75	0,60	750	1,6	25	40	63
	24	0,62	1500	2,5	25	62,5	50
	25	0,72	1000	1,6	25	40	50
	26,8	0,72	1500	2,24	25	56	50
	32	0,73	1000	1,25	25	31,25	50
	37,5	0,74	1500	1,6	25	40	50
	48	0,75	1500	1,25	25	31,25	50

1	2	3	4	5	6	7	8
0,55	6	0,61	750	2,5	50	125	100
	6,7	0,62	750	2,24	50	112	100
	8	0,58	1000	2,5	50	125	80
	8,4	0,59	1000	2,24	50	112	80
	9,37	0,60	750	1,6	50	80	80
	12	0,62	1500	2,5	50	125	80
	12,5	0,62	1000	1,6	50	80	80
	13,4	0,63	750	2,24	25	56	80
	16	0,58	1000	2,5	25	62,5	63
	17,85	0,60	1000	2,24	25	56	63
	18,75	0,62	750	1,6	25	40	63
	24	0,65	1500	2,5	25	62,5	63
	25	0,69	1000	1,6	25	40	63
	26,8	0,74	1500	2,24	25	56	63
	32	0,75	1000	1,25	25	31,25	63
	37,5	0,76	1500	1,6	25	37,5	63
	48	0,75	1500	1,25	25	31,25	50
0,75	6	0,61	750	2,5	50	125	100
	6,7	0,62	750	2,24	50	112	100
	8	0,63	1000	2,5	50	125	100
	8,4	0,64	1000	2,24	50	112	100
	9,37	0,65	750	1,6	50	80	100
	12	0,74	750	2,5	25	62,5	100
	12,5	0,67	1000	1,6	50	80	100
	13,4	0,63	1500	2,24	50	112	80
	16	0,64	1000	2,5	25	62,5	80
	17,85	0,68	1000	2,24	25	56	80
	18,75	0,65	1500	1,6	50	80	80
	24	0,65	1500	2,5	25	62,5	63
	25	0,69	1000	1,6	25	40	63
	26,8	0,74	1500	2,24	25	56	63
	32	0,75	1000	1,25	25	31,25	63
	37,5	0,76	1500	1,6	25	40	63
	48	0,77	1500	1,25	25	31,25	63

1	2	3	4	5	6	7	8
1,1	6	0,64	750	2,5	50	125	125
	6,4	0,64	750	2,24	50	112	125
	8	0,66	1000	2,5	50	125	125
	8,4	0,67	1000	2,24	50	112	125
	9,37	0,65	750	1,6	50	80	100
	12	0,67	1500	2,5	50	125	100
	12,5	0,67	1000	1,6	50	80	100
	13,4	0,75	750	2,24	25	56	100
	16	0,76	1000	2,5	25	62,5	100
	17,85	0,77	1000	2,24	25	56	100
	18,75	0,77	750	1,6	25	40	100
	24	0,75	1500	2,5	25	62,5	80
	25	0,75	1000	1,6	25	40	80
	26,8	0,76	1500	2,24	25	56	80
	32	0,77	1000	1,25	25	31,25	80
	37,5	0,76	1500	1,6	25	40	63
	48	0,77	1500	1,25	25	31,25	63
1,5	6	0,68	750	2,5	50	125	160
	6,7	0,64	750	2,24	50	112	125
	8	0,66	1000	2,5	50	125	125
	8,4	0,67	1000	2,24	50	112	125
	9,37	0,68	750	1,6	50	80	125
	12	0,71	1500	2,5	50	125	125
	12,5	0,71	1000	1,6	50	80	125
	13,4	0,72	1500	2,24	50	112	125
	16	0,76	1000	2,5	25	62,5	100
	17,85	0,77	1000	2,24	25	56	100
	18,75	0,77	750	1,6	25	40	100
	24	0,78	1500	2,5	25	62,5	100
	25	0,79	1000	1,6	25	40	100
	26,8	0,79	1500	2,24	25	56	100
	32	0,80	1500	1,6	25	40	80
	37,5	0,78	1500	1,6	25	40	80
	48	0,79	1500	1,25	25	31,25	80

Tabelul 2.27 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8
2,2	6	0,68	750	2,5	50	125	160
	6,7	0,70	750	2,24	50	112	160
	8	0,75	1000	2,5	50	125	160
	8,4	0,73	1000	2,24	50	112	160
	9,37	0,73	750	1,6	50	80	160
	12	0,71	1500	2,5	50	125	125
	12,5	0,71	1000	1,6	50	80	125
	13,4	0,72	1500	2,24	50	112	125
	16	0,77	1000	2,5	25	62,5	125
	17,85	0,79	1000	2,24	25	56	125
	18,75	0,80	750	1,6	25	40	125
	24	0,80	1500	2,5	25	31,25	125
	25	0,79	1000	1,6	25	40	100
	26,8	0,79	1500	2,24	25	56	100
	32	0,80	1000	1,25	25	31,25	100
	37,5	0,81	1500	1,6	25	40	100
	48	0,82	1500	1,25	25	31,25	160
3	8,4	0,73	1000	2,24	50	112	160
	9,37	0,73	750	1,6	50	80	160
	12	0,75	1500	2,25	50	125	160
	12,5	0,76	1000	1,6	50	80	160
	13,4	0,81	750	2,24	25	56	160
	16	0,77	1000	1,25	50	62,5	160
	17,85	0,79	1000	2,24	25	56	125
	18,75	0,80	750	1,6	25	40	125
	24	0,80	1500	2,5	25	62,5	125
	25	0,82	1000	1,6	25	40	125
	26,8	0,83	1500	2,24	25	56	125
	32	0,83	1000	1,25	25	31,25	125
	37,5	0,84	1500	1,6	25	40	125
	48	0,82	1500	1,25	25	31,25	100

Tabelul 2.27 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8
4	12,5	0,76	1000	1,6	50	80	160
	13,4	0,81	750	2,24	25	56	160
	16	0,82	1000	2,5	25	62,5	160
	17,85	0,83	1000	2,24	25	56	160
	18,75	0,83	750	1,6	25	40	160
	24	0,80	1500	1,25	50	62,5	160
	25	0,85	1000	1,6	25	40	160
	26,8	0,83	1500	2,24	25	56	125
	32	0,83	1000	1,25	25	31,25	125
	37,5	0,84	1500	1,6	25	40	125
	48	0,83	1500	1,25	25	31,25	125
5,5	17,85	0,83	1000	2,24	25	56	160
	18,75	0,83	750	1,6	25	40	160
	24	0,83	1500	2,5	25	62,5	160
	25	0,83	1000	1,6	25	40	160
	26,8	0,85	1500	2,24	25	56	160
	32	0,86	1000	1,25	25	31,25	160
	37,5	0,85	1500	1,6	25	40	160
	48	0,83	1500	1,25	25	31,25	160
7,5	32	0,86	1000	1,25	25	31,25	160
	37,5	0,87	1500	1,6	25	40	160
	48	0,88	1500	1,25	25	31,25	160
10	48	0,88	1500	1,25	25	31,25	160

Cu motoare de curent continuu:

Puterea motorului kW	Turația la ieșire rot/min	Randamentul total	Turația motorului rot/min	Raport de transmitere			Simbolul tipului de bază
				Treapta cilindrică	Treapta melcată	Total	
0,55	98	0,77	1725	1,1	16	17,6	50 c
	68	0,76	1725	1,6	16	25,5	50 c
	50	0,75	1725	1,44	25	36	50 c

(chenar) Tipodimensiuni care se vor executa în mod curent

Motoreductoarele cilindro-melcate se realizează cu unul sau două capete de cuplare la ieşire; variantele de montaj sînt indicate în tabelul 2.28.

Dimensiunile de gabarit, de fixare şi de cuplare sînt date în tabelul 2.29 pentru motoreductoarele cu talpă şi în tabelul 2.30 pentru motoreductoarele cu flanşă.

Simbolizarea motoreductoarelor cilindro-melcate (M), conform STAS 6848-63, cuprinde numărul de trepte (2), poziţia axei treptei cilindrice (H — orizontală; V — verticală), precizarea că treapta a doua este melcată (M), mărimea treptei de bază (distanţa dintre axe la treapta melcată), raportul total de transmitere, puterea şi turaţia motorului electric, varianta de execuţie a motorului electric (protecţia IP 44 nu se menţionează), modul de fixare şi poziţia axelor.

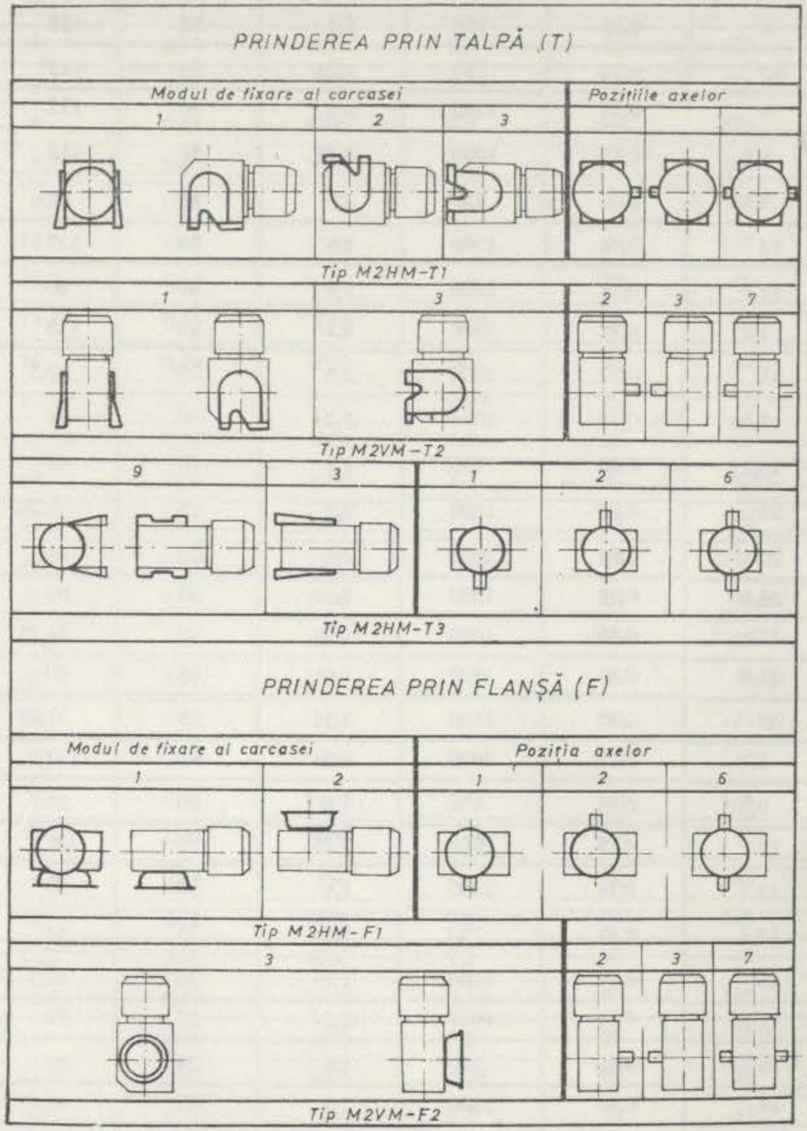
Exemplu de notare:

— motoreductor cu două trepte, cu treapta cilindrică dispusă vertical, cu treapta de bază (melcată) cu distanţa dintre axe 63 mm, raportul total de transmitere $i = 80$, cu motor de 0,37 kW/1500 rot/min, cu talpă, modul de fixare 1, poziţia axelor de cuplare 0:

M 2 V M — 63×80×0,37/1500 Tl 10

Tabelul 2.28

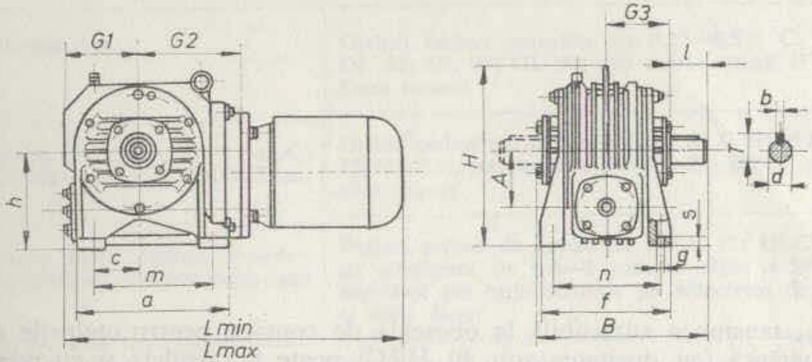
Variante de montaj ale motoreductoarelor cilindro-melcate



Observaţie: La tipul M2HM – T1 poziţiile axelor simbolizate în ordine 0; 1; 6.

Tabelul 2.29

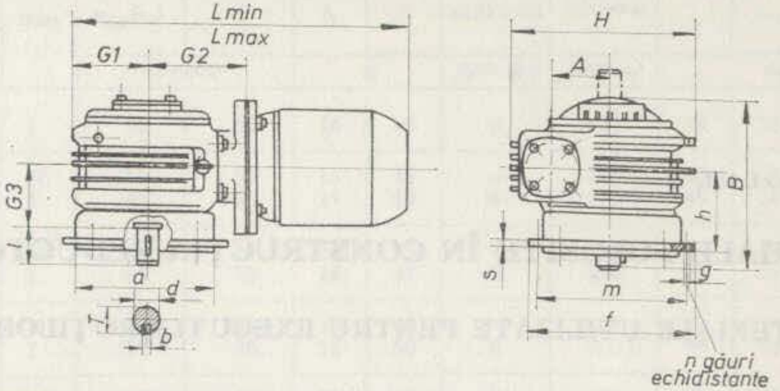
Dimensiunile de gabarit şi legătură pentru motoreductoare cilindro-melcate cu talpă M2HM-T (M2VM-T)



tip bază / dim (mm)	50	50 c	63	80	100	125	160
G1	76	76	95	114	132	140	195
G2	100	100	109	156	182	223	295
c	35	35	45	55	75	95	175
m	108	108	136	165	205	270	345
a	148	148	180	225	275	340	445
n	132	132	140	190	214	230	280
f	156	156	164	220	250	264	342
G3	57,5	57,5	70	90	114	130	160
h	125	125	135	160	195	225	285
H	219	219	232	278	342	392	495
Lmin/Lmax	394/433	489	413/443	525/550	635/670	752/790	832/1022
s	12	12	12	14	18	20	25
d	25 j6	25 j 6	30 j 6	35 k6	45 k 6	50 k6	60 m6
l	42	42	58	58	82	82	105
T	28	28	33,3	38,3	48,5	53,5	64
b	8	8	8	10	14	14	18
g	12	12	12	14	18	20	22
B	180	180	210	240	320	362	440
masa netă	21,700	21,700	28,300	49,000	64,500	107,500	167

Tabelul 2.

Dimensiunile de gabarit şi legătură pentru motoreductoare cilindro-melcate cu flanşă M2HM-F (M2VM-F)



tip bază / dim mm	50	50 c	63	80	100	125	160
G1	76	76	95	114	132	140	196
G2	100	100	109	156	182	223	295
m	165	165	190	248	266	330	412
f	185	185	210	270	290	360	450
G3	575	575	70	90	114	130	206
h	102	102	110	130	155	212	223
H	212	212	228	274	337	387	490
Lmin/Lmax	394/433	489	413/443	525/550	635/670	752/790	832/1022
s	12	12	12	14	15	18	24
d	25 j 6	25 j 6	30 j6	35 k 6	45 k6	50 k6	60 m6
l	42	42	58	58	82	82	105
T	28	28	33,3	38,3	48,5	53,5	64
b	8	8	8	10	14	14	18
g	9	9	9	12	11	14	18
B	186	186	210	230	300	360	440
a	144	144	165	216	224	300	375
n	6	6	6	6	8	8	8
masa netă	22,800	22,800	28,300	49,000	64,500	107,500	167

CAPITOLUL 3

MATERIALE FOLOSITE ÎN CONSTRUCŢIA REDUCTOARELOR

3.1. MATERIALE UTILIZATE PENTRU EXECUŢIA ROŢILOR DINŢATE

3.1.1. Oţeluri. Roţile dinţate se pot executa dintr-o gamă foarte largă de materiale. În primul rînd se folosesc oţelurile de îmbunătăţire dintre care oţelurile carbon cu 0,4—0,6% C şi oţelurile cu 0,35—0,45% C slab aliate cu Mn, Cr, Cr-Mo, Cr-Ni sau Cr-Ni-Mo.

Oţelurile nealiate şi cele aliate cu Cr, Cr-Mo, Cr-Ni se utilizează simplu îmbunătăţite, uneori, aplicîndu-se o călire superficială, iar la cele aliate cu Cr-Mo, Cr-Ni o eventuală cianurare. Oţelurile Cr-Ni-Mo se pretează, cu deosebire, la roţi dinţate cu modul mare. O situaţie specială ocupă oţelurile de nitrurare destinate fabricaţiei de roţi dinţate cu regim de lucru deosebit de greu (funcţionare la temperaturi pînă la 200—250°C).

În ţara noastră se utilizează, pe scară largă, oţelurile nealiate cu 0,4—0,6% C (OLC 45, OLC 55), precum şi oţelurile slab aliate cu Mn (35 M 17), Cr (40 C 10), Cr-Mo (33 MoC 11,41 MoC 11), mai rar Cr-Ni (41 CN 12), aproape deloc Cr-Ni-Mo.

Deşi există tendinţa reducerii numărului de mărci de oţeluri, marea diversitate de angrenaje impune utilizarea unor oţeluri „înlocuitoare" ale mărcilor ce conţin nichel, cum ar fi: oţelul cu bor (40 BC 10), oţelul 45 M 16 (care se pretează mai bine decît marca 36 M 17 la fabricaţia de roţi dinţate) şi oţelul 35 MS 12 (care poate fi utilizat cu succes ca înlocuitor al oţelurilor Cr-Mo). De asemenea se recomandă utilizarea oţelurilor de nitrurare fabricate în ţară (38 MoCA 09), deşi utilizarea lor pentru roţi dinţate, are, încă, un caracter restrîns.

În ţara noastră, o largă răspîndire au căpătat oţelurile Cr-Mn-Ti (21 TMC 12, 28 TMC 12) şi Cr-Mn-Mo (15 MoMC 12, 21 MoMC 12) utilizări restrînse avînd oţelurile 15 C 08, 18 MC 10 şi 13 CN 30. În ultimii ani a început asimilarea oţelurilor Ni-Mo (20 MoN 35) şi Cr-Ni-Mo (18 MoCN 06, 18 MoCN 13).

Ţinînd seama de indicaţiile din literatura de specialitate, de experienţa acumulată de uzinele constructoare de maşini din ţara noastră, de nivelul calitativ în continuă creştere al oţelurilor produse de siderurgia românească, precum şi de tendinţele moderne în domeniul oţelurilor pentru roţi dinţate, se recomandă oţelurile standardizate din tabelul 3.1.

În tabelul 3.2 sînt prezentate valorile minime ale caracteristicilor mecanice ale unor oţeluri de îmbunătăţire conform STAS 880-66 şi STAS 791-66 ($\sigma_{0,2}$, σ_r, δ_5, Z, KCU) precum şi ale caracteristicilor de oboseală nestandardizate (σ_0, σ_{-1}, σ_{ak}). Valorile din tabelul 3.2 sînt determinate pe epruvete de 25 mm (pentru caracteristicile standardizate) şi epruvete netede cu diametrul de 10 mm pentru cele de oboseală (σ_0 şi σ_{-1}). În ce priveşte σ_{ak}, tensiunea admisibilă la oboseala de contact, pentru oţelurile semidure în stare îmbunătăţită (cu duritatea sub 40 HRC) poate fi calculată şi cu relaţia:

$$\sigma_{ak} = 0{,}24 \text{ HB}, \tag{3.1}$$

iar pentru straturile călite superficial la HRC $\geq$ 40 cu relaţia:

$$\sigma_{ak} = 1{,}8 \text{ HRC} \tag{3.2}$$

Avînd în vedere că duritatea în stare îmbunătăţită nu se prescrie în standarde şi că oţelul poate fi tratat şi la alte durităţi, în funcţie de dimensiunile şi condiţiile de revenire, în tabelul 3.3 se indică şi durităţile posibile de obţinut la fiecare oţel în parte în funcţie de grosimea d sau modulul danturii m şi temperatura de revenire. Grosimea se ia în consideraţie în cazul cînd se face întîi îmbunătăţirea şi apoi se execută dantura, iar modulul atunci cînd îmbunătăţirea se execută după tăierea danturii. În primul caz, se ia în consideraţie grosimea semifabricatului laminat sau forjat, iar în al doilea caz grosimea dintelui.

Aşa cum rezultă din tabelul 3.3, odată cu creşterea grosimii (modulului), proprietăţile de rezistenţă ale oţelurilor scad, ca urmare a scăderii călibilităţii.

Oţelurile carbon se folosesc atunci cînd semifabricatul are grosimi de maximum 10 mm (pentru OLC 55), respectiv 16 mm (pentru OLC 45), modulele maxime la care se pot utiliza fiind de 5, respectiv 8 mm. În ce priveşte oţelurile aliate, majoritatea dintre acestea au călibilităţi apropiate (grosimi maxime de 24—32 mm), respectiv module maxime de 12—16 mm, excepţie făcînd oţelurile 41 MoC 11 şi 40 BC 10 de mare călibilitate şi 35 MS 12 de călibilitate mai redusă.

Oţelurile cu călibilitate mare (41 MoC 11, 40 BC 10) nu sînt indicate pentru călire superficială din cauza puternicei tendinţe de fisurare la răcirea cu jet de apă.

În ce priveşte caracteristicile mecanice minime ale oţelurilor de cementare acestea sînt prezentate în tabelul 3.4. Rezistenţa la oboseala de contact, σ_{ak} în lipsa datelor sistematice, se dă în tabelul 3.5, şi este calculată. Astfel la straturi carburate şi călite, la oţeluri nealiate sau slab aliate avînd $\text{HRC}_{miez} < 40$, are valoarea

$$\sigma_{ak} = 2{,}1 \text{ HRC}, \tag{3.3}$$

la straturi carburate şi călite la oţeluri complex aliate cînd $\text{HRC}_{miez} > 40$ este

$$\sigma_{ak} = 3{,}1 \text{ HRC}, \tag{3.4}$$

Tabelul 3.1

Materiale metalice utilizate pentru fabricarea roţilor dinţate

Tipul şi condiţiile de funcţionare ale angrenajului	Oţeluri şi tratamente termice recomandate
Foarte slab solicitate	Oţeluri carbon obişnuite cu 0,25—0,5% C, netratate: OL 42; OL 50; OL 60; oţel carbon turnat OT 45; OT 50; fontă turnată
Slab solicitate; viteze mici ($v < 6$ m/s); presiuni specifice mici; cu sau fără şoc	Oţeluri carbon sau aliate (OLC 55; OLC 45; 35 M 16; 40 C 10; 35 MS 12), îmbunătăţite la (20—25) HRC; oţel carbon sau aliat turnat
Slab solicitate; viteze mijlocii (v = 6— — 12 m/s); presiuni specifice mici, şoc	Oţeluri carbon de cementare (OLC 15; OLC 10) cementate pe adîncimea de 0,6—1 mm şi călite la 55—60 HRC în suprafaţă sau carbonitrurate pe adîncimea de 0,4—0,6 mm şi călite direct
Mediu solicitate; viteze mijlocii şi mici (v = 4—8 m/s); presiuni specifice mari; fără şoc	Oţeluri aliate (41 CN 12; 40 C 10; 50 VC 11; 41 MoC 11) îmbunătăţite global la (45—50) HRC; pentru mărirea rezistenţei la uzură se poate aplica cianizarea pe adîncimea de 0,20—0,30 mm, cu călire directă şi revenire joasă (55 HRC în strat şi 40—50 HRC, în miez), urmată de călire superficială la (52— 56) HRC;
Mediu solicitate; viteze periferice mijlocii (v = 8—12 m/s); presiuni specifice mari; şoc	Oţeluri carbon şi aliate (OLC 40 S; OLC 45 S; 40 C 10; 41 MoC 11; 33 MoC 11; 50 VC 11; 40 BC 10), îmbunătăţite la (30—35) HRC şi călite superficial la (50—55) HRC
Greu solicitate; viteze periferice şi presiuni specifice mari; şoc	Oţeluri de cementare aliate (13 CN 30, 15 CN 15; 15 MoMC 12; 18 MC 10; 15 C 08), cementate pe adîncimea de 1,0—1,5 mm sau carbonitrurate pe adîncimea de 0,6—0,8 mm şi călite la (55—60) HRC în suprafaţă şi (20—30) HRC în miez; 38 MoCA 09 îmbunătăţit şi nitrurat
Foarte greu solicitate (viteze periferice mari — $v > 12$ m/s — şi presiuni specifice foarte mari, combinate cu şoc)	Oţeluri de cementare aliate (13 CN 30; 18 MoCN 13; 20 MoCN 13; 20 MoN 35; 18 MoCN 06; 21 MoMC 12; 21 TMC 12), cementate pe adîncime mai mare de 1,5 mm şi călite la (58—62) HRC în suprafaţă şi (30—40) HRC în miez; 38 MoCA 09 îmbunătăţit şi nitrurat
Melci (arbori melcaţi)	Oţeluri de cementare aliate: 15 C 08; 13 CN 30; 21 MoMC 12; călite şi revenite la (58—63) HRC. OLC 45; 40 C 10; 41 CN 12; 33 MoC 11; călite în adîncime şi revenite la (45—55) HRC
Roată melcată (sau numai coroana): — pentru viteze de alunecare $v_a < 2$ m/s; — pentru viteze de alunecare $v_a < 6$ m/s; — pentru viteze de alunecare $v_a > 5$ m/s; — pentru viteze de alunecare $v_a > 10$ m/s	Fonte cenuşii sau de antifricţiune (STAS 568-75 respectiv STAS 6707-73) Bronzuri cu aluminiu: CuAl 9 (Bz Al 10 T); CuAl 9 Fe 3 (Bz Al 9 Fe T), STAS 198/$_2$-75 Bronzuri cu staniu: Cu Sn 14 (Bz 14 T), Cu Sn 12 (Bz 12 T), Cu Sn 12 Ni — STAS 197/$_2$-76 sau bronzuri cu zinc: Cu Sn 9 Zn 5 (Bz 9 Zn T), Cu Sn 10 Zn 2 (Bz 10 Zn T) — STAS 197/$_2$-76 Bronzuri speciale cu diferite elemente de aliere.

Tabelul

Caracteristici mecanice minime în stare îmbunătăţită (I) sau normalizată (N) ale oţelurilor [de] îmbunătăţire

Marca oţelului	Stare	Caracteristici statice conform STAS					HB[1] minimum	Rezistenţa la oboseală		
		$\sigma_{0,2}$ (σ_c)	σ_r	δ_5	Z	KCU 300/2		σ_9	σ_{-1}	σ_{ak}[1] ($N_B = 10^7$)
		daN/mm²		%		daNm/cm²	daN/mm²	daN/mm²		
OLC 40	I	36	60	19	45	6	190	39	26	45
OLC 45	N I	36 40	62 66	18 17	35 35	— 6	175 210	43 45	27 30	42 50
OLC 55	N I	40 44	68 73	14 14	35 35	— 5	195 230	42 50	28 33	47 55
35 M 16	N I	37 50	63 70	13 14	40 50	— 8	180 200	— 54	— 36	43 48
35 MS 12	I	70	90	15	45	7	255	60[1]	40	61
40 C 10	I	80	100	10	45	6	285	57	38	68,5
40 BC 10	I	75	95	12	50	9	270	57[1]	38[1]	65
35 CN 15	I	52	75	16	45	9	215	52[1]	35[1]	51,5
41 CN 12	I	45	100	11	45	7	285	64	40	68,5
33 MoC 11	I	80	100	12	45	8	285	67[1]	45	68,5
41 MoC 11	I	75	95	11	50	8	270	60	38	65
38 MoCA09	I	85	100	15	50	9	285	93[1]	62	68,5

[1] Valori orientative.

iar la straturi cianurate, carbonitrurate şi nitrurate

$$\sigma_{ak} = 2,8 \text{ HRC}. \quad (3.5$$

Deşi oţelurile de cementare se folosesc la roţi cu modul mic şi mediu ($m \leqslant 20$) totuşi călibilitatea lor trebuie luată în consideraţie avînd în vedere conţinutul în carbo[n] relativ scăzut.

La alegerea oţelului trebuie avut în vedere şi faptul că nici o călibilitate exagerat d[e] mare în miez nu este recomandabilă, deoarece cresc în mod deosebit deformaţiile l[a] călire. Practic s-a constatat că există o legătură între duritatea maximă a stratului cemen[tat] şi călit, variaţia durităţii în adîncimea stratului şi rezistenţa la presiunea de contac[t]. Astfel, creşterea grosimii stratului nu conduce la creşterea corespunzătoare a rezistenţe[i] la contact dacă nu se realizează şi o creştere de duritate pe toată adîncimea stratulu[i]. Cu alte cuvinte, nu are sens să se facă cementări pe adîncime mare dacă oţelul nu s[e] căleşte la duritatea maximă pe această adîncime.

Oţelurile de cementare cu molibden au cea mai bună călibilitate în strat (ea se men-ţine ridicată şi prin asocierea molibdenului cu cromul, cu nichelul sau cu ambele ele-mente, adăugate în scopul realizării unor proprietăţi corespunzătoare şi în miez). De asemenea, conţinutul de carbon din strat trebuie să fie menţinut în limitele 0,8—0,9%.

Călibilitatea mare a stratului conduce şi la creşterea rezistenţei la oboseala de înco-voiere ca urmare a tensiunilor remanente de compresiune în stratul superficial.

Călirea prin inducţie sau cu flacără conduce la o duritate superficială de minimum 50 . . . 60 HRC, cînd oţelul conţine între 0,3 şi 0,7% C.

Tratamentul termic optim anterior călirii superficiale este îmbunătăţirea aplicată după prelucrările de degroşare. În general, toate oţelurile de îmbunătăţire sînt adecvate pentru călirea prin inducţie sau cu flacără. Mult utilizat este oţelul 41 MoC 11 (îmbunătăţit în prealabil) cu duritatea între 54 şi 60 HRC. Pentru roţile dinţate cu modulul $m \leqslant 3$ se utilizează oţelul OLC 45 (călit în ulei şi revenit la 180—200°C), care apoi prin călire prin inducţie duce la o duritate a flancurilor de 55 . . . 61 HRC.

Compoziţia chimică a oţelurilor turnate este cea indicată în STAS 600-74 şi STAS 1773-76. Caracteristicile mecanice minime ale oţelurilor turnate, utilizabile la fabricarea roţilor dinţate slab solicitate, sînt prezentate în tabelul 3.6.

3.1.2. Fonte. Fontele sînt folosite la angrenaje cu funcţionare lentă, roţi de schimb care funcţionează rar etc. Cînd se cer condiţii de silenţiozitate severe se pot folosi fontele cenuşii obişnuite cu grafit lamelar. Principalele caracteristici mecanice ale fontelor cenuşii garantate de STAS 568-75 sînt date în tabelul 3.7. În general se foloseşte Fc 250 la care rezistenţa rădăcinii dintelui este jumătate din cea a unui oţel netratat, fapt pentru care modulele roţilor executate din fontă cenuşie sînt mari.

Rezistenţa la uzură a flancurilor dinţilor depinde în mare măsură de structura fontei, însă poate fi mărită şi prin elemente de aliere cum ar fi: nichelul, cromul, molibdenul, cuprul.

Pentru îmbinarea proprietăţilor de amortizare a şocurilor cu o bună rezistenţă se folo-sesc fontele cu grafit nodular (tabelul 3.8), sau fontele maleabile perlitice (tabelul 3.9). Fontele cu grafit nodular sînt preferate în construcţia roţilor dinţate deoarece după recoa-cere se obţine o duritate de 140—300 HB şi o mare rezistenţă la tracţiune.

3.1.3. Materiale neferoase. Materialele neferoase se folosesc la angrenajele melcate, în special pentru roata melcată. Se folosesc în general bronzuri care au proprietăţi de antifricţiune superioare, rezistenţă mare la coroziune şi se prelucrează uşor.

Bronzurile recomandate pentru execuţia roţilor melcate sînt indicate în tabelul 3.1.

Bronzurile cu staniu sînt recomandate pentru viteze mari de alunecare şi presiuni de contact mici. Bronzurile cu aluminiu şi adaos de fier, iar uneori de mangan şi nichel, se folosesc în special ca material de antifricţiune la presiuni înalte, însă pentru viteze mici sau medii de alunecare.

Caracteristicile mecanice principale ale bronzurilor recomandate pentru execuţia roţilor melcate sînt indicate în tabelul 3.10.

3.1.4. Materiale nemetalice. Pentru înlocuirea metalelor se folosesc în ultimul timp materialele plastice de tipul textolitului, lignofolului, poliesterilor, poliamidei etc. Acestea pot fi utilizate la temperaturi de 80—100°C şi în condiţii în care lipseşte umi-ditatea, deoarece sînt higroscopice şi îşi modifică dimensiunile în urma absorbţiei de apă sau ulei.

Tabelul 3.3

Caracteristicile mecanice minime în funcţie de grosimea (d) sau modulul (m) şi temperatura de revenire

Marca oţelului	Temperatura de revenire °C	d = 20 mm; $m \leqslant$ 10 mm					d = 40 mm; m = 10—20 mm					d = 60mm; m = 20—30 mm				
		σ_r	HB	δ_s	Z	KCU 300/2	σ_r	HB	δ_s	Z	KCU 300/2	σ_r	HB	δ_s	Z	KCU 300/2
		daN/mm²		%		daNm/cm²	daN/mm²		%		daNm/cm²	daN/mm²		%		daNm/cm²
OLC 45 (călit de la 840°C în apă)	400 500 600	94 82 69	260 255 190	8 12 16	52 59 65	7 10 14	78 72 66	220 200 175	11 14 16	47 52 62	5 7 12	73 68 61	200 185 170	12 14 18	46 52 61	5 6 9
OLC 55 (călit de la 840°C în apă)	400 500 600	108 92 75	302 255 209	7 10 15	43 53 58	5 6 11	92 84 73	260 228 203	10 12 15	43 45 56	4 5 8	84 77 68	234 210 190	10 13 16	43 43 56	3 4 6
40 C 10 (călit de la 850°C în apă)	400 500 600	132 110 90	372 307 257	7,5 10 14,5	— — —	9 11 15	119 98 80	345 300 228	7,5 10 14,5	— — —	6,3 10,5 15	116 95 78	315 265 220	7,15 10 14,5	— —	3 7 14
		$d \leqslant$ 16 mm; $m \leqslant$ 8 mm					16 $\leqslant d \leqslant$ 40; 8 $\leqslant m \leqslant$ 20					40 $\leqslant d \leqslant$ 100; 20 $\leqslant m \leqslant$ 500				
35 MS 12	550—650	120—100	350—300	11	35	—	105—90	300—260	12	40	—	95—80	275—230	15	45	—
41 MoC 11	500—600	130—100	370—300	10	40	—	120—100	350—300	11	45	—	90—75	260—215	14	55	—

Tabelul 3.4

Caracteristicile mecanice minime ale oțelurilor de cementare

Marca oțelului	Caracteristici minime în miez conform STAS						Alte caracteristici ale miezului și stratului				
	$\sigma_{0,2}$	σ_r	δ_5	Z	KCU 300/2	Duritate HRC	σ_i *necem.*	σ_i *cem.*	σ_{-1} *necem*	σ_{-1} *cem*	HRC
	daN/mm²		%		daNm/cm²		daN/mm²				minimum
OLC 10	25	42	19	50	—	150—200 HB	—	—	16	28	56
OLC 15	30	50	16	45	—	150—200 HB	—	—	22	30	56
15 C 08	50	70	12	45	7	20—30	75—100	130—240	30	43	58
18 MC 10	75	90	10	45	7	25—35	—	—	34	54	58
15 MoMC 12	65	85	10	45	7	25—35	—	—	34	50	58
21 MoMC 12	85	110	8	40	7	30—40	—	—	44	60	58
21 TMC 12	85	100	9	50	8	30—35	100—205	170—275	44	60	58
28 TMC 12	120	140	9	45	6	30—40	130—230	200—290	63	77	58
13 CN 30	75	95	11	55	9	35—45	110—165	150—230	39	57	60
18 MoCN06	65	85	12	50	9	30—35	—	—	34	50	58
18 MoCN 13	75	95	10	45	9	30—40	—	—	38	57	58
16 CNW 10	85	115	12	50	10	40	175—210	210—250	56	68	60
25 CNW 10	95	110	11	45	9	40	210—245	240—280	58	60	60

OBSERVAȚIE: necem — cementare oarbă (fără carburizator) + călire + revenire joasă;
cem — cementare cu carburizator + călire + revenire joasă.

În tabelul 3.11 sînt prezentate principalele caracteristici mecanice ale unor materiale plastice utilizate la fabricarea roților dințate sau în construcția de mașini în general.

Roțile dințate executate din textolit sau lignofol pot angrena cu roți dințate din oțeluri de îmbunătățire cu durități pînă la 250 HB sau cu roți din fontă. Lățimea roților din oțel sau fontă se alege mai mare decît a roților nemetalice pentru a exclude deterioarea materialului plastic la marginea roții metalice. Roțile dințate din textolit sau lignofol se execută din plăci fixate cu șuruburi sau nituite, cuprinse între plăci de oțel.

În cazul unor viteze mari de alunecare și în cazul funcționării în medii puternic agresive, se utilizează poliamida care are rezistență mare la șocuri, elasticitate mare, coeficient de frecare redus. Prin adaos de grafit sau bisulfură de molibden se îmbunătățesc proprietățile de antifricțiune.

Tabelul 3

Rezistența admisibilă la oboseala de contact a oțelurilor de cementare (date de calcul)

Grupa de oțeluri	HRC miez	Tratament termochimic anterior călirii	Duritatea HRC	σ_{ak} ($N_B = 25 \cdot 10^7$) daN/mm²
OLC 10; OLC 15; 15 C 08;	⩽ 40	Carburare	50—60	115—125
18 MC 10; 15 MoMC 12; 21 TMC 12;		Carburare	56—60	115—125
18 MoMC 06		Carbonitrurare	58—62	162—174
21 MoMC 12; 28 TMC 12		Carburare	58—62	180—192
13 CN 30; 18 MoCN 13 16 CNW 10; 25 CNW 10	> 40	Carbonitrurare	60—64	168—180

Tabelul

Caracteristici mecanice minime ale oțelurilor turnate

Marca oțelului	Starea	σ_c	σ_r	δ_5	Z	KCU 300/2	HB	σ_{-1}	σ_{ak}
		daN/mm²		%		daNm/cm²	daN/mm²		
OT 50	RN	28	50	18	25	3,5	138	20	35
OT 55	RN	32	55	15	21	3,0	153	22	38
OT 60	RN	35	60	12	18	2,5	169	24	42
	N	30	55	12	25	3,0	160	22	40
T 35 Mn 14	NR	30	55—80	12	25	3,0	160	24	45
(T 35 M 14)	I	35	60—85	14	30	5,0	174	30	45
T 30 Si Mn 12	NR	35	60—85	14	25	3,0	174	—	—
(T 30 SM 12)	I	40	65—90	14	30	5,0	190	32	50
T 35 MoCrNi08	NR	45	65—90	15	—	3,0	190	—	—
(T35MoCN08)	I	55	75—95	15	25	5,0	220	—	—

Observație: — În paranteză sînt trecute vechile notații după STAS 1173-63.

Tabelul

Principalele caracteristici mecanice ale fontelor cenușii (STAS 568-75)

Materialul STAS 568-75	Întindere		Încovoiere	Răsucire	Contact
	σ_r daN/mm²	σ_{-1t} daN/mm²	σ_{-1} daN/mm²	τ_{-1} daN/mm²	σ_{ak} daN/mm²
Fc 150	11—25	4,5	7	6	—
Fc 200	16—28	5,8	9	8	25
Fc 250	21—33	7	11	9,5	27
Fc 300	26—33	8,3	13	11	30
Fc 350	34—38	10,2	16	14	34
Fc 400	36—40	12	19	16	38

Tabelul 3.8

Principalele caracteristici mecanice ale fontelor cu grafit nodular (STAS 6071-75)

Marca fontei	Rezistența la tracțiune, R_m daN/mm²	Alungirea la rupere A_5 %	Limita de curgere convențională R_{p0-2} daN/mm²	Reziliența KCU 2 J/cm²	Duritatea Brinell HB	Microstructura masei metalice	Tensiuni admisibile de contact σ_{ak} daN/mm²
	min.				informativ		
Fgn 370-17	37	17	23	16	140...180	ferită	—
Fgn 400-12 (Fgn 42-12)	40	12	25	—	150...200	ferită	—
Fgn 450-5 (Fgn 45-5)	45	5	33	—	160...220	perlită + ferită	29
Fgn 500-7 (Fgn 50-7)	50	7	36	—	170...240	perlită + ferită	31
Fgn 600-2 (Fgn 60-2)	60	2	41	—	210...280	perlită	36
Fgn 700-2 (Fgn 70-2)	70	2	46	—	230...300	perlită	42

În paranteză au fost trecute vechile notări.

3.2. MATERIALE UTILIZATE PENTRU EXECUȚIA ARBORILOR

Materialele de bază pentru arbori sînt oțelurile carbon și aliate, datorită rezistenței modulului de elasticitate mare, precum și posibilităților de a putea fi durificate.

În general, arborii care nu se tratează termic se execută din oțeluri carbon obișnuit: L 50, OL 60, OL 70 (STAS 500-78) a căror caracteristici principale sînt date în belul 3.12.

Pentru arborii cu o capacitate portantă mare pot fi folosite oțelurile carbon de calite OLC 35, OLC 45, OLC 60, conform STAS 880-66 (tabelul 3.2).

În cazul arborilor puternic solicitați, la care sînt necesare dimensiuni reduse, se folosc oțeluri aliate cu crom, crom-nichel cît și oțeluri crom-mangan ca: 40 C 10, 40 CN 12, CN 15, 28 TMC 12 etc., supuse tratamentului de îmbunătățire. Pentru o rezistență ai mare a fusurilor acestea se pot supune unui tratament de durificare superficială prin lire cu curenți de înaltă frecvență.

Arborii pentru turații înalte și foarte înalte și cei puternic solicitați se execută din eluri de cementare de tipul OLC 20, 15 C 07, 13 CN 35, 13 CN 45, 21 TMC 12 etc. Caracteristicile mecanice principale sînt date în tabelul 3.4.

Tabelul 3.9

Principalele caracteristici mecanice ale fontelor maleabile (STAS 569-70)

Grupa	Marca	Diametrul epruvetei d mm	Rezistența la tracțiune R min. daN/mm²	Limita de curgere min. R 0,2 daN/mm²	Limita de curgere min. R 0,5 daN/mm²	Alungirea la rupere A % min	Duritatea Brinell HB max.	Îndoirea la rece sub un unghi de
Fontă maleabilă albă	Fma 35.03	9	28	—	—	7	200	
		12	32	—	—	4	220	
		15	35	—	—	3	240	
	Fma 42.04	9	36	20	22	10	200	
		12	40	22	24	6	220	
		15	42	24	26	4	240	
Fontă maleabilă neagră	Fmn 30.06	15	30	—	—	6	160	30°
	Fmn 32.08		32	—	—	8	160	
	Fmn 32.10		32	17	19	10	160	
	Fmn 35.10		35	17	19	10	150	
	Fmn 35.12		35	19	21	12	150	
	Fmn 37.12		37	19	21	12	150	
	Fmn 37.14		37	19	21	14	150	
Fontă maleabilă perlitică	Fmp 45.07	15	45	26	28	7	220	—
	Fmp 50.05		50	30	32	5	240	
	Fmp 55.04		55	33	36	4	260	
	Fmp 60.03		60	36	39	3	270	
	Fmp 65.03		65	39	43	3	270	
	Fmp 70.02		70	50	55	2	280	

3.3. MATERIALE UTILIZATE PENTRU EXECUȚIA CARCASELOR

Carcasele, datorită faptului că criteriul de rigiditate este dominant, se execută în special din fontă sau oțel turnat.

Majoritatea carcaselor se execută prin turnare din fontă de rezistență medie Fc 150, Fc 200, Fc 250 (vezi tabelul 3.7). În cazul unor solicitări puternice carcasele se execută din fonte de înaltă rezistență sau din oțeluri turnate (vezi tabelele 3.6 și 3.9).

Tabelul 3.10

Caracteristicile mecanice principale ale bronzurilor recomandate pentru execuția roților dințate

Grupa	Marca	Modul de turnare	Rezistența de rupere la tracțiune σ_r daN/mm²	Caracteristici mecanice minime: Limita de curgere σ_c daN/mm²	Tensiunea admisibilă de contact, σ_{ak} (daN/mm²) cînd duritatea flancurilor spirei melcului: $D_{RC} < 45$ HRC	$D_{RC} \geq 45$ HRC	Alungirea %	Duritatea Brinell HB
Bronzuri cu staniu STAS 197/₂-76	Cu Sn 14 (Bz 14 T)	N	22	14—17	—	—	2	75
		C	23				1	80
	Cu Sn 12 (Bz 12 T)	N	22	13—16	—	—	7	80
		C	25				5	90
	Cu Sn 12 Ni	N	26				10	90
		F	28	—			8	95
		TC	28				8	95
	Cu Sn 10 (Bz 10 T)	N	22	10—15	13—19	16—22	10	65
Bronzuri cu staniu — zinc STAS 197/₂-76	Cu Sn 10 Zn 2 (Bz 10 Zn T)	N	22				10	65
		F	26	—	—	—	7	75
		TC	26				7	75
	Cu Sn 9 Zn 5 (Bz 9 Zn T)	N	22				8	65
		F	24	10—15	13—19	16—22,5	5	75
		TC	24				5	75
Bronz cu staniu zinc — plumb STAS 197/₂-76	Cu Sn 6 Zn 4Pb4 (Bz 6 Zn T)	N	18				8	60
		F	20	8—12	11,3—16,5	13,5—19,8	6	70
		TC	20				6	70
Bronzuri cu aluminiu STAS 198/₂-75	Cu Al 9 (Bz Al 9 T)	N	34				15	80
		C	39	18	26—31		16	90
		F; TC	39				16	90
	Cu Al 9 Fe 3 (Bz Al 9 Fe T)	N	44				10	90
		C	49	—	—	—	12	100
		F; TC	49				12	100
	CuAl9Fe5Ni5 (BzAl9FeNiT)	N	54				10	110
		C	59	28	14,8—19,2		10	120
		F; TC	64				11	120
	Cu Al 10 Fe 3 (Bz Al 10 Fe T)	N	49				12	100
		C	54	20—24	14,1—18,4		14	110
		F; TC	54				14	110
	Cu Al 10 Mn 2 Fe 3 (Bz Al 10 Mn T)	N	44	—	—	—	12	90
		C	49				12	100

Observație: Simbolurile din paranteză reprezintă notația veche după STAS 197-68;
Literele din coloana „Modul de turnare" au următoarele semnificații: F — turnat centrifugal; N — turnat în forme obținute din amestec de formare; C — turnat în forme metalice; TC — turnat continuu.

Tabelul 3.12

Principalele caracteristici mecanice ale oțelurilor carbon obișnuit (STAS 500-78)

Marca oțelului	Clasa de calitate	Limita de curgere $R_e = (R_p\ 0{,}2)$ (daN/mm²)min., $a \leqslant 16$	Limita de curgere, $16 < a \leqslant 40$	Limita de curgere, $40 < a \leqslant 100$	Rezistența la tracțiune R_m (daN/mm²)min., $a \leqslant 100$	Alungire la rupere A,%, pentru $L_0 = 5{,}65\sqrt{S_0}$ min.	Diametrul dornului la îndoire la rece, la 180°, $a \leqslant 16$	Diametrul dornului, $a > 16$	Reziliența KCU 300/2, J/cm² (daN m/cm²) min., $a \leqslant 16$	Reziliența KCU, $a > 16$	Energia de rupere: Temperatura °C	Energia de rupere: K_f J (Kgf·m) min.
OL 32	1	18	17	16	32...40	33	1,0 *a*	1,5 *a*	—	—	—	—
	1 a											
	1 b											
OL 34	1	21	20	19	34...42	31	1,0 *a*	1,5 *a*	—	—	—	—
	1 a											
	1 b											
OL 37	1	24	23	21	37...45	25	1,0 *a*	1,5 *a*	—	—	—	—
	1 a											
	1 b											
	2								69 (7)	59 (6)	20	27 (2,8)
	3					26			—	—	0	
	4								—	—	20	
OL 44	2	29	28	26	43...54	22	2,0 *a*	2,5 *a*	59 (6)	59 (6)	20	27 (2,8)
	3					25			—	—	0	
	4								—	—	20	
OL 52	2	36	35	34	52...64	21	2,5*a*	3,0 *a*	59 (6)	59 (6)	20	27 (2,8)
	3					22			—	—	0	
	4								—	—	20	
OL 50	1	30	29	28	50...62	21	—	—	—	—	—	—
	1 a											
	1 b											
OL 60	1	34	33	32	60...72	16	—	—	—	—	—	—
	1 a											
	1 b											
OL 70	1	37	36	35	min. 70	11	—	—	—	—	—	—
	1 a											
	1 b											
OL 00					32	20	3 *a*	3,5 *a*	—	—	—	—

Observații: — La produsele cu grosimi sau diametre între 63 și 100 mm, valorile limitei de curgere se reduc cu maximum 20 N/mm² (2 daN/mm²)
— Valorile caracteristicilor mecanice și tehnologice din tabel sînt garantate pentru stările de livrare din STAS $500/_1$-78.

Tabelul 3.11

Principalele caracteristici mecanice ale materialelor plastice

Materialul	Rezistența daN/mm²			E daN/mm²	HB
	Tracțiune	Compresiune	Încovoiere		
Textolit gros 0,5...70 mm	6,5...10	12...25	14...16	(0,6...1) 10^3	33...35
Poliesteri cu țesătură sticlă	12...28	17...25	28...55	(1,7...3) 10^3	
PVC	5,3	2	11,5	$3,4 \cdot 10^2$	10
Polietilenă	1,2...1,4	1	1,2	$1,2 \cdot 10^2$	1
Fluoroplast	1,4...2		1,1...1,4		3...4
Capron	6...6,5	7,8	9	(1,6...2) 10^3	10...12
Poliamida 68	4...5	8...10	8...8,5	$0,12 \cdot 10^3$	14...15

În cazul producției individuale sau de serie mică, cît și pentru micșorarea greutății și a dimensiunilor de gabarit, carcasele pot fi executate în construcție sudată.

Carcasele sudate se execută: cu forme foarte simple (în cazul producției individuale și de serie mică slab utilată); din elemente curbate (la producția de serie mică); din elemente matrițate (la producția de serie mare și de masă).

Construcțiile sudate au o capacitate de amortizare mare în comparație cu cele turnate

3.4. REZISTENȚE ADMISIBILE

Pentru calcule predimensionale și calcule aproximative se recomandă folosirea rezistențelor admisibile din tabelul 3.13 sau relațiile de calcul din tabelul 3.14.

În cazurile în care rezistențele la oboseală nu sînt indicate în tabelele cu caracteristicile mecanice ale materialelor sau sînt de efectuat calcule aproximative, se pot folosi relațiile de calcul prezentate în tabelul 3.15.

În proiectarea transmisiilor cu roți dințate cilindrice cu dinți drepți și înclinați cu angrenare exterioară și interioară se poate folosi Metoda generală elaborată de M.I.C.M. și aprobată de Consiliul de coordonare cu nr. 74/03 iulie 1979.

Tabelul 3.13

Rezistențe admisibile în calcule aproximative sau la predimensionări (valori daN/mm²)

Materialul		Fontă * normală	Oțel turnat	Oțel carbon		Oțel aliat cu Ni semidur	Alamă laminată	Bronz fosforos	Aluminiu turnat	Aliaje dure de aluminiu
Rezistența de rupere σ_r		12—24	40—60	34—50	50—70	50—60	20—30	30—45	9—12	35—60
Tracțiune σ_{at} [daN/mm²]	Cazul I**	3—4,5	6—12	9—15	12—18	12—18	4—6	6—9	1—1,2	6—10
	Cazul II	2—3,0	4—8	6—10	8—12	8—12	2,7—4	4—6	0,7—0,8	4—6,7
	Cazul III	1—1,5	2—4	3—5	4—6	4—6	1,3—2	2—3	0,3—0,4	2—3,3
Compresiune σ_{ac} [daN/mm²]	Cazul I	9—10	9—15	9—15	12—18	12—18	4—6	6—9	—	6—10
	Cazul II	6—6,6	6—10	6—10	8—12	8—12	2,7—4	4—6	—	4—6,7
Încovoiere $\sigma_{ai}\left[\frac{daN}{mm^2}\right]$	Cazul I	4—7,5	7,5—12	9—15	12—18	12—18	4—6	6—9	1,5—2	6—10
	Cazul II	2,7—5	5—8	6—10	8—12	8—12	2,7—4	4—6	1—1,3	4—6,7
	Cazul III	1,3—2,5	2,5—4	3—5	4—6	4—6	1,3—2	2—3	0,5—0,7	2—3,3
Răsucire $\tau_{at}\left[\frac{daN}{mm^2}\right]$	Cazul I	2,7—6	4,8—9,5	6—12	9—14,4	9—14,4	3,2—4,6	4,5—7	—	4,8—8
	Cazul II	1,8—3,7	3,2—6,4	4—8	6—9,6	6,4—9,6	2,1—3,2	3—4,7	—	3,2—5,3
	Cazul III	0,9—1,8	1,6—3,2	2—4	3—4,8	3,2—4,8	1,1—1,6	1,5—2,3	—	1,6—2,7
Forfecare $\tau_{af}\left[\frac{daN}{mm^2}\right]$	Cazul I	3—3,5	4,8—9,6	7,2—12	9,6—14,4	9—14,4	3,2—4,8	4,5—7	—	4,8—8
	Cazul II	2—2,3	3,2—6,4	4,8—8	6,4—9,6	6,4—9,6	2,1—3,2	3—4,7	—	3,2—5,3
	Cazul III	1—1,2	1,6—3,2	2,4—4	3,2—4,8	3,2—4,8	1,1—1,6	1,5—2,3	—	1,6—2,7
Presiune de contact p pentru suprafețe imobile	Cazul I	7—8	8—10	8—10	10—15	10—15	3—4,5	5—7,5	—	5—8
	Cazul II	4,7—5,3	5,3—6,7	5,3—6,7	7—10	7—10	2,7—3	1,3—5	—	3,3—5,3

* Rezistențele pentru fontă sînt indicate pentru piese prelucrate.
** Cazul I — solicitare statică; Cazul II — solicitare pulsatoare; Cazul III — solicitare alternant simetrică.

Tabelul 3.14

Relaţii indicative pentru calculul rezistenţelor admisibile

Materialul	Cazul de solicitare	Întindere σ_{at}	Compresiune σ_{ac}	Încovoiere σ_{ai}	Răsucire τ_{at}
Oţeluri laminate sau forjate	I	$0{,}5\ \sigma_c$	σ_{at}	$(1{,}1\ldots1{,}2)\ \sigma_{at}$	$(0{,}6\ldots0{,}65)\ \sigma_{at}$
	II	$(0{,}3\ldots0{,}4)\ \sigma_c$	σ_{at}	σ_{at}	$(0{,}6\ldots0{,}65)\ \sigma_{at}$
	III	$(0{,}4\ldots0{,}5)\ \sigma_{-1}$	σ_{at}	σ_{at}	$(0{,}6\ldots0{,}65)\ \sigma_{at}$
Oţeluri turnate	I	$(0{,}3\ldots0{,}4)\ \sigma_r$	$1{,}1\ \sigma_{at}$	$1{,}1\ \sigma_{at}$	$(0{,}6\ldots0{,}65)\ \sigma_{at}$
	II	$0{,}2\ \sigma_r$	$1{,}1\ \sigma_{at}$	$1{,}1\ \sigma_{at}$	
	III	$0{,}15\ \sigma_r$	$1{,}1\ \sigma_{at}$	$1{,}1\ \sigma_{at}$	
Oţel de arc	I			$(0{,}7\ldots0{,}8)\ \sigma_c$	$0{,}8\ \sigma_{ai}$
	II			$0{,}4\ \sigma_c$	$0{,}8\ \sigma_{ai}$
	III			$0{,}6\ \sigma_{-1}$	$0{,}8\ \sigma_{ai}$
Fonte cenuşii	I	$0{,}33\ \sigma_r$	$2{,}5\ \sigma_{at}$	$(1{,}4\ldots1{,}7)\ \sigma_{at}$ *	$1{,}2\ \sigma_{at}$ **
	II	$0{,}25\ \sigma_r$	$2{,}5\ \sigma_{at}$	$(1{,}25\ldots1{,}45)\ \sigma_{at}$ *	$1{,}1\ \sigma_{at}$ **
	III	$0{,}15\ \sigma_r$	—	$(1{,}15\ldots1{,}25\ \sigma_{at}$ *	$1{,}0\ \sigma_{at}$ **
Fonte maleabile	I	$(0{,}25\ldots0{,}3)\ \sigma_r$	Albă $1{,}5\ \sigma_{at}$	$1{,}3\ \sigma_{at}$	$1{,}2\ \sigma_{at}$
	II	$0{,}2\ \sigma_r$	Neagră $2\ \sigma_{at}$	$1{,}2\ \sigma_{at}$	$1{,}1\ \sigma_{at}$
	III	$(0{,}1\ldots0{,}15)\ \sigma_r$	Albă $1{,}5\ \sigma_{at}$ Neagră $2\ \sigma_{at}$	$1{,}1\ \sigma_{at}$	$1{,}0\ \sigma_{at}$
Cupru-aliaje cupru	I	$(0{,}3\ldots0{,}4)\ \sigma_r$	σ_{at}	σ_{at}	$0{,}7\ \sigma_{at}$
	II	$0{,}2\ \sigma_r$	σ_{at}	σ_{at}	$0{,}7\ \sigma_{at}$
	III	$(0{,}1\ldots0{,}15)\ \sigma_r$	σ_{at}	σ_{at}	$0{,}7\ \sigma_{at}$
Aliaje uşoare	I	$(0{,}2\ldots0{,}3)\ \sigma_r$	σ_{at}	$(1{,}1\ldots1{,}2)\ \sigma_{at}$	$0{,}7\ \sigma_{at}$
	II	$0{,}2\ \sigma_r$	σ_{at}	$(1{,}1\ldots1{,}2)\ \sigma_{at}$	$0{,}7\ \sigma_{at}$
	III	$(0{,}1\ldots0{,}15)\ \sigma_r$	σ_{at}	$(1{,}1\ldots1{,}2)\ \sigma_{at}$	$0{,}7\ \sigma_{at}$

* Valori minime pentru secţiunea I, mijlocii pentru secţiunea dreptunghiulară, maxime pentru secţiunea circulară.

** Secţiunea circulară.

Tabelul 3.15

Relaţii empirice uzuale pentru determinarea rezistenţei la oboseală în funcţie de rezistenţa la rupere statică

Materiale	Ciclul	Încovoiere	Întindere-compresiune	Răsucire
Oţeluri $\sigma_r < 50$	Simetric	$\sigma_{-1} = 0\ 6\ \sigma_r$	$\sigma_{-1t} = (0{,}6\ldots0{,}9)\ \sigma_r$	$\tau_{-1t} = (0{,}55\ldots0{,}58)\sigma_{-1}$
$50 < \sigma_r < 70$	Simetric	$\sigma_{-1} = 0{,}5\ \sigma_r$	$\sigma_{-1t} = (0{,}7\ldots0{,}8)\ \sigma_{-1}$	$\tau_{-1t} = (0{,}22\ldots0{,}25)\sigma_r$
$\sigma_r > 70$	Simetric	$\sigma_{-1} = 0{,}4\ \sigma_r$	(Relaţii generale)	(Relaţii generale)
$\sigma_r = 120\ldots180$	Simetric	$\sigma_{-1} = 40 + 0{,}16\,\sigma_r$		
Oţel turnat	Simetric	$\sigma_{-1} = 0{,}4\ \sigma_r$		
Oţel aliat	Simetric		$\sigma_{-1t} = 0{,}95\ \sigma_{-1}$	
Oţel carbon	Pulsator	$\sigma_0 = 1{,}5\ \sigma_{-1}$	$\sigma_{0t} = 1{,}5\ \sigma_{-1t}$	$\tau_0 = (1{,}8\ldots2)\ \tau_{-1}$
Oţel aliat	Pulsator	$\sigma_0 = 1{,}6\ \sigma_{-1}$		
Fonte obişnuite	Simetric	$\sigma_{-1} = 0{,}22\ \sigma_{ri}$	$\sigma_{-1t}=(0{,}35\ldots0{,}45)\ \sigma_r$	$\tau_{-1} = (0{,}75\ldots0{,}9)\ \sigma_{-1}$
		$\sigma_{-1} = 0{,}4\ \sigma_r$	$\sigma_{-1t} = (0{,}6\ldots0{,}7)\ \sigma_{-1}$	
	Pulsator	$\sigma_0 = (1{,}2\ldots1{,}5)\ \sigma_{-1}$		$\tau_0 = (1{,}2\ldots1{,}3)\ \tau_{-1}$
Aliaje de cupru	Simetric	$\sigma_{-1} = (0{,}25\ldots0{,}50)\,\sigma_r$		$\tau_{-1} = 0{,}58\ \sigma_{-1}$
	Pulsator			$\tau_0 = (1{,}4\ldots2)\ \tau_{-1}$
Aliaje de aluminiu	Simetric	$\sigma_{-1} = (0{,}25\ldots0{,}50)\ \sigma_r$	$\sigma_{-1t} = 0{,}7\ \sigma_{-1}$	$\tau_{-1}=(0{,}55\ldots0{,}58)\ \sigma_{-1}$
	Pulsator	$\sigma_0 = 1{,}8\ \sigma_{-1}$		$\tau_0 = (1{,}4\ldots2)\ \tau_{-1}$

CAPITOLUL 4

DATE DE PROIECTARE PENTRU REDUCTOARE ȘI ORGANE COMPONENTE

4.1. DIMENSIUNI CONSTRUCTIVE

Dimensiunile constructive necesare proiectării reductoarelor cu roți cilindrice și conice sînt date în figurile 4.1 . . . 4.4 și tabelul 4.1. De menționat că la reductoarele cu două trepte se aleg de obicei roți mai înguste la prima treaptă $B_1 = (0,2 \ldots 0,4)\, A_1$ și roți

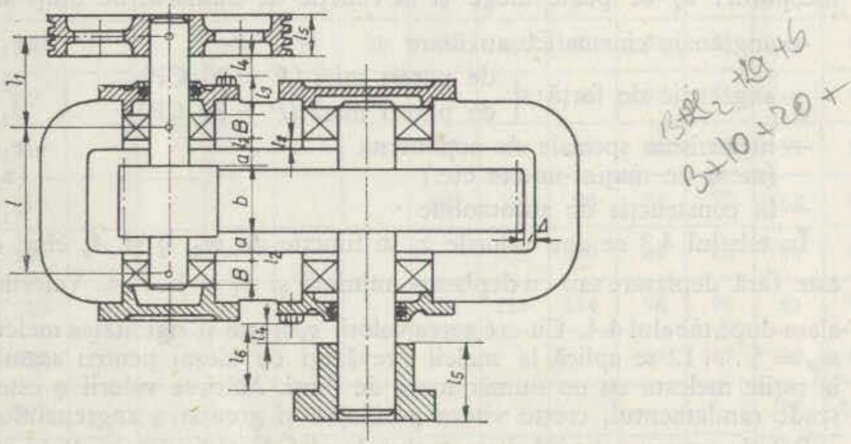


Fig. 4.1. Date constructive pentru reductor cu roți dințate cilindrice cu o treaptă.

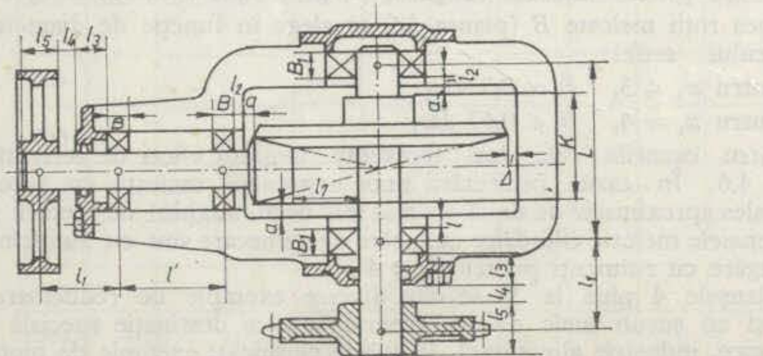


Fig. 4.2. Date constructive pentru reductor cu roți dințate conice cu o treaptă.

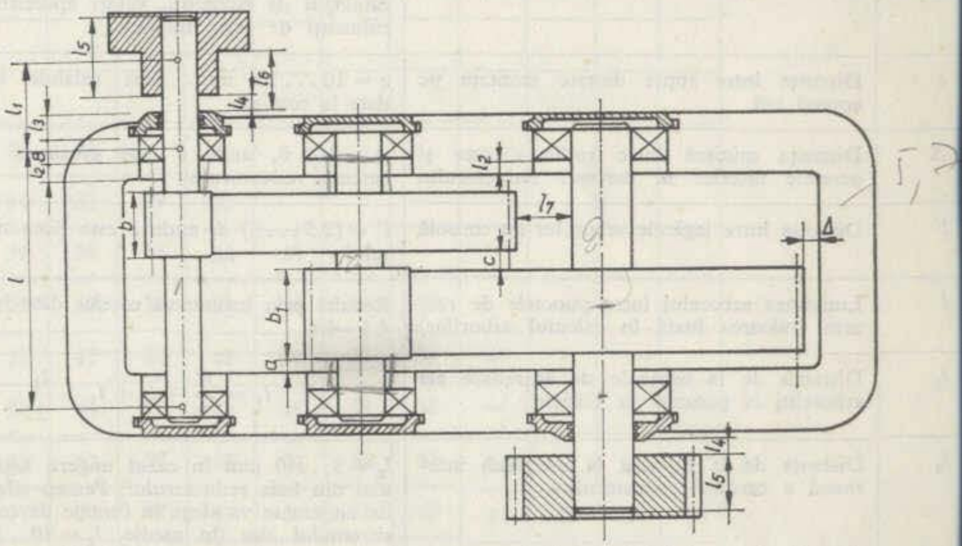


Fig. 4.3. Date constructive pentru reductor cu roți dințate cilindrice cu două trepte.

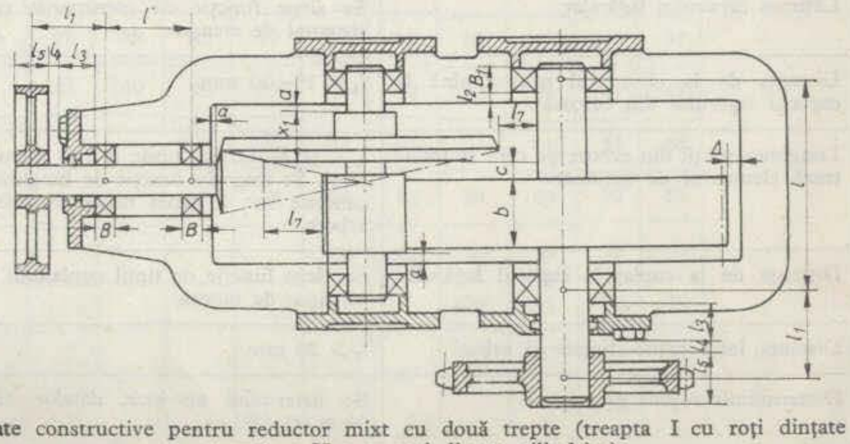


Fig. 4.4. Date constructive pentru reductor mixt cu două trepte (treapta I cu roți dințate conice, treapta a II-a cu roți dințate cilindrice).

Tabelul 4.1

Dimensiuni constructive ale reductoarelor

Cota	Denumirea	Mărimea
a	Distanța de la roata dințată la peretele reductorului	a = 10—15 mm; pentru reductoare mari a se ia mai mare (se alege funcție de precizia de execuție și montaj a reductorului)
b și b_1	Lățimea butucului roților dințate	Se determină pe baza lățimii calculate ($B = \Psi_A A$) și în funcție de construcția roții
B și B_1	Lățimea lagărelor	Se alege funcție de diametrul arborelui din catalogul de rulmenți, valori apreciate pentru rulmenți de serie mijlocie
c	Distanța între roțile dințate montate pe aceeași axă	$c = 10 \ldots 15$ mm. Sînt valabile indicațiile date la cota a
Δ	Distanța minimă între roțile dințate și peretele interior al carcasei reductorului	$\Delta > 1{,}2\ \delta$, unde δ este grosimea peretelui carcasei reductorului
l'	Distanța între lagărele arborelui cu consolă	$l' = (2{,}5 \ldots 3)\ d$, unde d este diametrul arborelui
l	Lungimea arborelui între punctele de reazem (valoarea luată în calculul arborilor)	Rezultă prin însumarea cotelor date în figurile 4.1—4.4
l_1	Distanța de la organele de antrenare ale arborelui la punctul de reazem	$l_1 = \frac{B}{2} + l_3 + l_4 + \frac{l_5}{2}$
l_2	Distanța de la rulment la marginea interioară a carcasei reductorului	$l_2 = 5 \ldots 10$ mm în cazul ungerii lagărelor cu ulei din baia reductorului. Pentru alte sisteme de ungere se va alege în funcție de construcția sistemului ales (în medie, $l_2 = 10 \ldots 15$ mm)
l_3	Lățimea capacului lagărelor	Se alege funcție de construcția capacului și sistemul de etanșare
l_4	Distanța de la elementul rotitor pînă la capacul lagărului din carcasă	l_4 = 15—20 mm
l_5	Lungimea părții din arbore pe care se montează elementul de acționare	$l_5 = (1{,}2—1{,}5)\ d$, unde d este diametrul arborelui. Se alege în funcție de lungimea porțiunii canelate sau a penei necesare fixării roții pe arbore
l_6	Distanța de la cuplaj la capacul lagărului	Se alege funcție de tipul cuplajului și de posibilitățile de montaj
l_7	Distanța între roțile dințate și arbori	$l_7 > 20$ mm
x și x_1	Dimensiunile roților dințate	Se determină pe baza datelor din planșele 34 și 35 *(B)*

Tabelul 4.2

Alegerea numărului de începuturi în funcție de raportul de transmitere

Raportul de transmitere i	6,5—10	10—15	15—30	Peste 30
Numărul de începuturi z_1	4	3	2	1

mai late la treapta a doua $B_2 = (0{,}3 \ldots 0{,}5)\ A_2$. Aceasta în special la reductoarele cu două trepte cu două axe geometrice, la care $A_I = A_{II}$ (vezi fig. 2.4) și la care pentru transmiterea momentului mai mare de la treapta a doua, o soluție simplă este mărirea lățimii roților acestei trepte. Cîteodată raportul $\psi_A = B/A$ se menține același la toate treptele de turație ale reductorului (îndeosebi la tipurile de reductoare cu trei axe geometrice). Pentru angrenaje melcate date constructive după I.M.M. Cîmpina se dau în planșele 39 . . . 44.

La angrenaje melcate numărul de începuturi ale melcului se ia conform tabelului 4.2. Valori mari se iau pentru transmisii de putere. Nu se recomandă $z_1 > 4$. Numărul de începuturi z_1 se poate alege și în funcție de numărul de dinți ai roții melcate:

— angrenaje cinematice auxiliare — $z_1 = 1$ $z_2 \geq 18$
— angrenaje de forță: de puteri mici ($P < 20$ CP) — $z_1 = 1$ $z_2 = 30—50$; de puteri mari ($P > 20$ CP) — $z_1 = 1$ $z_2 = 50—70$
— mecanisme speciale de acționare (mese de mașini-unelte etc.) — $z_1 = 4$ $z_2 = 200—300$ ($z_{2max} = 1000$)
— în construcția de automobile — $z_1 = 4—6$ (max 9)

În tabelul 4.3 se dau valorile z_2 în funcție de m_a, q și A, cînd dantura roții melcate este fără deplasare sau cu deplasare minimă și $z_1 = 1 \ldots 4$. Valorile lui $q = \frac{D_{r1}}{m_a}$ pot fi alese după tabelul 4.4. Cu creșterea valorii q, crește și rigiditatea melcului. Gama de module $m_a = 5 \ldots 12$ se aplică la melcii prevăzuți cu alezaj pentru asamblarea pe arbore sau la roțile melcate cu un număr mare de dinți. Mărirea valorii q este limitativă, deoarece scade randamentul, crește viteza periferică și greutatea angrenajului.

Relația pentru calculul diametrului de vîrf de strunjire se dă în tabelul 4.5, și tabelul 4.6, iar cea pentru calculul lungimii părții filetate a melcului în tabelul 4.7.

Lățimea roții melcate B (planșa 38) se alege în funcție de diametrul cercului de vîrf al melcului, astfel:

— pentru $z_1 \leq 3$, $B \leq 0{,}7\ De_1$
— pentru $z_1 = 4$, $B \leq 0{,}67\ De_1$

iar pentru cazurile cele mai frecvente unghiul elicei de referință poate fi luat din tabelul 4.6. În cazul proiectării unor angrenaje melcate cu autofrînare, unghiul θ_0 trebuie ales aproximativ de două ori mai mic decît unghiul de frecare ρ dat în tabelul 4.8.

Angrenajele melcate cilindrice cu lagăre de alunecare sînt cu autofrînare pentru $\theta_0 \approx 6°$, iar la lagăre cu rulmenți pentru $\theta_0 \approx 4°30'$.

În planșele 4 pînă la 33 se dau diverse exemple de reductoare cu roți cilindrice, conice și cu șurub melc de uz general sau cu destinație specială (construcții navale, metalurgice, industrie alimentară, industrie chimică); exemple de montaj se dau în planșele 109 și 110.

Tabelul 4.3

Valorile q şi z_2 în funcţie de m_a şi A

A [1]) mm	m_a: (2)	(2,5)	3	(3,5)	4	(4,5)	5		6		(7)		8		(9)		10		12		(14)	16	(18)	20
$q=\frac{D_{r_1}}{m_a}$	13	12			11		10	(12)	9	(11)	9	(11)	8	(11)	8	(11)	8	(11)	8	(11)	9		8	
	z_2																							
80	67	52	41	34	29																			
100	87	68	55	45	39	33	30	28																
112	99	73	62	52	45	38	34	32	28	26														
125	112	88	72	59	51	44	40	38	32	30	26	24												
140		100	81	68	59	51	46	44	57	55	31	29	27											
160		116	94	79	69	60	54	52	44	42	36	34	32	28	27									
180			108	91	79	69	62	60	51	49	42	40	37	34	32	29	28							
200				102	89	78	70	68	57	55	48	46	42	39	36	33	32	29						
225					101	89	80	78	68	64	55	53	48	45	42	39	37	34	28	26				
250						100	90	88	74	72	62	60	54	51	47	44	42	39	33	30	26			
280							102	100	84	82	71	69	62	59	54	51	48	45	38	35	—	—		
315							116	114	96	94	81	79	70	67	62	59	55	52	44	41	36	31	27	
355									109	107	92	90	80	77	70	67	63	60	51	48	41	35	31	27
400											105	103	92	89	80	77	72	69	58	55	48	41	36	32
450													104	101	92	89	82	79	67	64	55	47	42	37
500															103	100	92	89	75	72	62	53	47	42
560																	104	101	85	82	71	61	54	48
630																		115	97	94	81	69	62	55
710																			110	107	92	79	70	63
800																					105	91	80	72
900																					119	103	92	82
1000																						116	103	92

[1]) Valorile A sînt indicative şi se referă la distanţa între axe pentru reductoare de turaţie (conform STAS 6055-68).

Tabelul 4.4

Valorile coeficientului q în funcție de m_a și Z_1

z_1	m_a						
	1,125—1,5	1,57—2,5	2,75—4	4,5—6	7—10	11—16	18—25
1—5	12 14 16	10 12 14	10 11 13	9 10 12	9 10 11	8 9 10	7 8 9
1	18						

Observații:
1. Coeficienții diametrali subliniați sînt de preferat.
2. Coeficientul diametral $q = 18$ este destinat melcilor cu un început și cu autofrinare statică asigurată.

Tabelul 4.5

Diametrul de strunjire al roții melcate în funcție de z_1

z_1	D_E
1	$D_E = D_{e_2} + 2\ m_a$
2; 3	$D_E = D_{e_2} + 1{,}5\ m_a$
4	$D_E = D_{e_2} + m_a$

4.2. DIMENSIUNI LINIARE NORMALE (Extras STAS 72-75)

STAS 72-75 stabilește șirurile de dimensiuni liniare normale de uz general (diametre, lungimi, înălțimi etc.) în intervalul 0,1 . . . 10000 mm. Acestea se vor utiliza ori de cîte ori este posibil și rațional din punct de vedere tehnic și economic și în special pentru stabilirea dimensiunilor importante din punctul de vedere al interschimbabilității sau al fabricației de serie (cote principale, de gabarit, de racordare, de montaj, dimensiuni tolerate cu sistemul ISO de toleranțe etc.).

Dimensiunile liniare normale se aleg cu prioritate din șirul de bază R, corespunzătoare numerelor normale, în ordinea de preferință R10, R20, R40 sau în caz de necesitate din șirurile R_a, corespunzătoare valorilor mai rotunjite ale numerelor normale, în aceeași ordine de preferință (tab. 4.9).

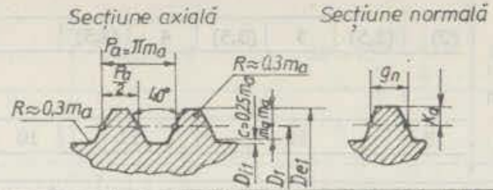
4.3. CONSTRUCȚIA PIESELOR TURNATE

Prin turnare se pot realiza piese foarte complicate și de orice greutate, acest procedeu fiind rentabil în cazul pieselor de serie mare sau cînd complexitatea impune acest procedeu.

Metalele și aliajele turnate au o rezistență la compresiune mai mare decît la tracțiune, de aceea nervurile, întăriturile și alte elemente similare trebuie amplasate astfel încît să fie solicitate numai la compresiune.

Tabelul 4.6

Dimensiuni principale ale melcului



m_a mm	q	D_1 mm	D_{i1} mm	D_{e1} mm	Unghiul D_0 al elicei de referință a melcului corespunzător unui număr de începuturi z_1: 1	2	3	4
0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	28	28	26,6	30	2°02' 44"	4°05'08"	6°06'56"	8°07'48"
	20	20	17,6	22	2°51' 45"	5°42'38"	8° 31' 51"	11°18'36"
	14	14	11,6	16	4°05' 08"	8°07'48"	12° 06' 41"	15°56'43"
	9	9	6,6	11	6°20'25"	12°31' 44"	18°26' 06"	23°57'45"
1,5	28	42	38,4	45	2°02' 44"	4°05'08"	6°06'56"	8°07'48"
	20	20	26,4	33	2°51' 45"	5°42'38"	8°31' 51"	11°18'36"
	14	21	17,4	24	4°05' 08"	8°07'48"	12°05'41"	15°56'43"
	9	13,5	9,9	16,5	6°20' 25"	12°31' 44"	18°26'06"	23°57'45"
2	26	52	47,2	56	2°12'90"	4°23'55"	6°34' 55"	8°44'46"
	19	38	33,2	42	3°00'46"	6°00'32"	8°58' 21"	11°53'19"
	13	26	21,2	30	4°23'55"	8°44'46"	12°59'41"	17°06'10"
	9	18	13,2	22	6°20'25"	12°31' 44"	18°26'06"	23°57'45"
2,5	24	60	54	65	2°23'09"	4°45'49"	7°07'30"	9°27'44"
	18	45	39	50	3°10'47"	6°20'25"	9°27'44"	12°31'44"
	12	30	24	35	4°45'49"	9°27'44"	14°02'10"	18°26'06"
	8	20	14	25	7°07'30"	14°02'10"	20°33'22"	26°33'54"
3	22	66	58,8	72	2°36'09"	5°11'40"	7°45'55"	10°18'17"
	17	51	43,8	57	3°21'59"	6°42'35"	10°00'29"	13°14'26"
	12	36	28,8	42	4°45'49"	9°27'44"	14°02'10"	18°26'06"
	8	24	16,8	30	7°07'30"	14°02'10"	20°33'22"	26°33'54"
4	19	76	66,4	84	3°00'46"	6°00'32"	8°58'21"	11°53'19"
	15	60	50,4	68	3°48'51"	7°35'41"	11°18'36"	14°55'53"
	11	44	34,4	52	5°11' 40"	10°18'17"	15°15'18"	19°58'59"
	7	28	18,4	36	8°07'48"	15°56'43"	23°11'55"	—
5	18	90	78	100	3°10'47"	6°20'25"	9°27'44"	12°31'44"
	14	70	58	80	4°05'08"	8°07'38"	12°05'41"	15°56'43"
	10	50	38	60	5°42'38"	11°18'36"	16°41' 57"	21°48'05"
	7	35	23	45	8°07'48"	15°56'43"	23°11' 55"	—
6	17	102	87,6	114	3°21'59"	6°42'35"	10°00'29"	13°44'26"
	13	78	63,6	90	4°23'55"	8°44'46"	12°59'41"	17°06'10"
	9	54	39,6	66	6°20'25"	12°31'44"	18°26'06"	23°57'45"
	7	42	27,6	54	8°07'48"	15°56'48"	23°11'55"	—
8	15	120	100,8	136	3°48'51"	7°35'41"	11°18'36"	14°55'53"
	11	88	68,8	104	5°11'40"	10°18'17"	15°15'18"	19°58'59"
	8	64	44,8	80	7°07'30"	14°02'10"	20°33'22"	26°33'54"
	6	48	28,8	64	9°27'44"	18°26'06"	26°33'54"	—
10	15	150	126	170	3°48'51"	7°35'41"	11°18'36"	14°55'53"
	11	110	86	130	5°11'40"	10°18'17"	15°15'18"	19°58'59"
	8	80	56	100	7°07'30"	14°02'10"	20°33'22"	26°33'54"
	6	60	36	80	9°27'44"	18°26'06"	26°33'54"	—

Observatie. Valorile mari ale lui q se vor alege pentru melcii găuriți care se montează pe un ax sau melcii din angrenajele de divizare; valorile mici se referă la melcii transmisiilor de putere.

Tabelul 4.7

Lungimea părţii filetate "L" a melcului, în mm

ξ	Pentru un număr de începuturi z_1	
	1; 2	3; 4
0	$L \geqslant (11 + 0{,}06\, z_2)m_a$	$L \geqslant (12{,}5 + 0{,}09\, z_2)\, m_a$
+0,5	$L \geqslant (8 + 0{,}06\, z_2)\, m_a$	$L \geqslant (9{,}5 + 0{,}09\, z_2)\, m_a$
+1	$L \geqslant (10{,}5 + z_2)\, m_a$	$L \geqslant (10{,}5 + z_2)\, m_a$
−0,5	$L \geqslant (11 + 0{,}1\, z_2)\, m_a$	$L \geqslant (12{,}5 + 0{,}1\, z_2)\, m_a$
−1	$L \geqslant (12 + 0{,}1\, z_2)\, m_a$	$L \geqslant (13 + 0{,}1\, z_2)\, m_a$

Observaţie. Pentru melcii rectificaţi valoarea L din tabel se majorează astfel: pentru $m_a < 10$ mm cu 25 mm; pentru $m_a = 10 \ldots 16$ cu $35 \ldots 40$ mm; pentru $m_a > 16$ mm cu 50 mm; ξ = coeficient de deplasare specifică a profilului.

Tabelul 4.8

Coeficientul de frecare f şi unghiul de frecare ρ pentru roată melcată din bronz fosforos sau bronz cu staniu şi melc din oţel.

v, m/s	f	ρ	v, m/s	f	ρ
0,01	0,11—0,12	6°17′—6°51′	2,5	0,03—0,04	1°43′—2°17′
0,10	0,08—0,09	4°34′—5°09′	3,0	0,028—0,035	1°36′—2°00′
0,25	0,065—0,075	3°43′—4°17′	4,0	0,023—0,03	1°19′—1°43′
0,5	0,055—0,065	3°09′—3°43′	7,0	0,018—0,026	1°02′—1°29°
1,0	0,045—0,055	2°35′—3°09′	10	0,016—0,024	0°55′—1°22′
1,5	0,04—0,05	2°17′—2°52′	15	0,014—0,020	0°48′—1°09′
2,0	0,035—0,045	2°00′—2°35′			

Observaţie. Valorile mai mici ale coeficientului de frecare corespund melcilor cementaţi şi rectificaţi care lucrează în condiţii bune de ungere; coeficienţii de frecare sînt daţi luînd în considerare pierderile în lagărele axului melcului şi ale roţii melcate în ipoteza că aceste lagăre sînt de rostogolire. Pentru roţile melcate de fontă $f = 0{,}06 \ldots 0{,}12$. (Valorile mai mici corespund unei viteze $v > 2$ m/s).

Viteza de alunecare se determină cu relaţia $v = \dfrac{\pi D_1 n_1}{60 \cdot 1\,000 \cos \theta_0} \left[\dfrac{\text{m}}{\text{s}}\right]$

Pentru a evita retasurile ce se formează în regiunile cu aglomerări de material (exemplu intersecţia dintre doi pereţi) se prevăd treceri treptate şi lente cu o înclinare corespunzătoare.

Suprafeţele orizontale trebuie evitate şi înlocuite cu suprafeţe înclinate care permit bulelor de aer şi impurităţilor să se ridice în maselote (fig. 4.5). Dacă totuşi este necesară o suprafaţă orizontală, aceasta trebuie aşezată în partea inferioară a formei de turnare.

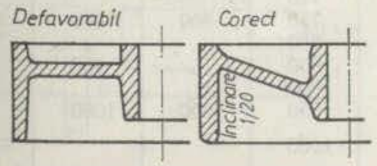


Fig. 4.5. Roată turnată (stînga-greşit; dreapta-corect).

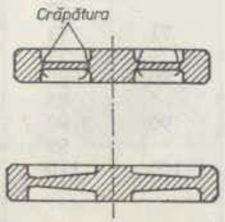


Fig. 4.6. Roată turnată (sus-greşit; jos-corect).

Pentru aceste suprafeţe se prevede în desene o indicaţie tehnologică specială, de exemplu „turnat compact".

La roţi dinţate executate prin turnare (fig. 4.6 şi planşele 34 şi 35) coroana şi butucul se solidifică abia după ce discul s-a răcit, astfel că acesta nu mai poate ceda, deformîndu-se sau fisurîndu-se. Pentru a evita aceasta se prevede coroana şi butucul cît mai subţiri posibil, iar discul cît mai gros, sau discul cu grosimea mai mare la butuc şi mai mică la coroană.

Suprafeţele mari cît şi suprafeţele periferice închise (fig. 4.7) pentru aşezare (planşele 36 şi 37) trebuie evitate deoarece scula de lucru trebuie să acopere întreaga suprafaţă (poziţia a şi b) manopera fiind mare, la prelucrarea unor suprafeţe mici (poziţia c şi d) manopera fiind mai mică.

În cazul suprafeţelor alăturate (fig. 4.8) acestea trebuie aşezate la acelaşi nivel deoarece scula de lucru se reglează o singură dată.

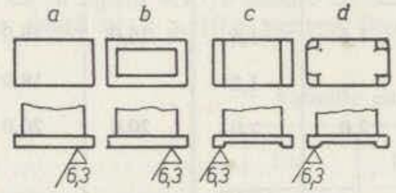


Fig. 4.7. Piese turnate cu suprafeţe de aşezare (stînga-greşit, prea mari; dreapta-corect).

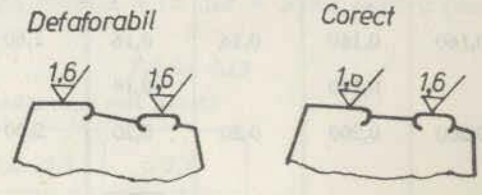


Fig. 4.8. Piesă turnată (stînga-greşit, suprafeţe prelucrate situate la nivele diferite; dreapta-corect).

Suprafeţele înclinate (fig. 4.9) trebuie evitate deoarece piesa ar trebui prelucrată cu dispozitive speciale. În general se recomandă ca suprafeţele care se prelucrează să fie situate în acelaşi plan sau în plane perpendiculare.

Grosimea pieselor turnate se alege în funcţie de gabaritul şi greutatea piesei turnate, de rolul pereţilor, natura metalului şi modul de formare. Pentru grosimea minimă a pereţilor pieselor turnate se pot adopta valorile indicate în tabelul 4.10.

În cazul pieselor cu configuraţie complicată, pereţii interiori trebuie să aibă o grosime minimă de 0,8 din grosimea pereţilor exteriori, din cauza condiţiilor dificile de răcire.

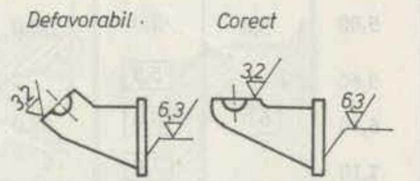


Fig. 4.9. Suport de lagăr turnat (stînga-greşit, suprafaţa de prelucrare înclinată; dreapta-corect).

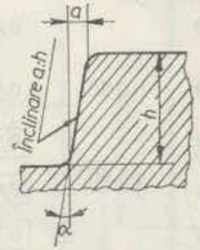


Fig. 4.10. Înclinarea pieselor turnate.

Înclinările suprafeţelor neprelucrate ale pieselor turnate (fig. 4.10) se recomandă a se adopta după tabelul 4.11.

La proiectarea pieselor turnate se urmăreşte asigurarea unor secţiuni constante, evitarea unghiurilor ascuţite şi a trecerilor bruşte de la o secţiune la alta. Între două grosimi diferite ($T \neq t$) se execută o racordare paralelă dacă $T/t < 1{,}5$ (fig. 4.11, a) şi o racor

Dimensiuni liniare normale

0,1…1 mm			
R10	R20	Ra10	Ra20
0,100	0,100	0,10	0,10
	0,112		[0.11]
0,125	0,125	[0,12]	[0,12]
	0,140		0,14
0,160	0,160	0,16	0,16
	0,180		0,18
0,200	0,200	0,20	0,20
	0,224		[0,22]
0,250	0,250	0,25	0,25
	0,280		0,28
0,315	0,315	[0,30]	[0,30]
	0,355		[0,35]
0,400	0,400	0,40	0,40
	0,450		0,45
0,500	0,500	0,50	0,50
	0,560		[0,55]
0,630	0,630	[0,60]	[0,60]
	0,710		[0,70]
0,800	0,800	0,80	0,80
	0,900		0,90
1,000	1,000	1,00	1,00

1…10 mm			
R10	R20	Ra10	Ra20
1,00	1,00	1,0	1,0
	1,12		[1,1]
1,25	1,25	[1,2]	[1,2]
	1,40		1,4
1,60	1,60	1,6	1,6
	1,80		1,8
2,00	2,00	2,0	2,0
	2,24		[2,2]
2,50	2,50	2,5	2,5
	2,80		2,8
3,15	3,15	[3,0]	[3,0]
	3,55		[3,5]
4,00	4,00	4,0	4,0
	4,50		4,5
5,00	5,00	5,0	5,0
	5,60		[5,5]
6,30	6,30	[6,0]	[6,0]
	7,10		[7,0]
8,00	8,00	8,00	8,0
	9,00		9,0
10,00	10,00	10,0	10,0

10…100 mm					
R10	R20	R40	Ra10	Ra20	Ra40
10,0	10,0	10,0	10	10	10
	11,2	11,2		[11]	[11]
12,5	12,5	12,5	[12]	[12]	[12]
		13,2			[13]
	14,0	14,0		14	14
		15,0			15
16,0	16,0	16,0	16	16	16
		17,0			17
	18,0	18,0		18	18
		19,0			19
20,0	20,0	20,0	20	20	20
		21,2			[21]
	22,4	22,4		[22]	[22]
		23,6			[24]
25,0	25,0	25,0	25	25	25
		26,5			[26]
	28,0	28,0		28	28
		30,0			30
31,5	31,5	31,5	[32]	[32]	[32]
		33,5			[34]
	35,5	35,5		[36]	[36]
		37,5			[38]
40,0	40,0	40,0	40	40	40
		42,5			[42]
	45,0	45,0		45	45
		47,5			[48]
50,0	50,0	50,0	50	50	50
		53,0			53
	56,0	56,0		56	56
		60,0			60
63,0	63,0	63,0	63	63	63
		67,0			67
	71,0	71,0		71	71
		75,0			75
80,0	80,0	80,0	80	80	80
		85,0			85
	90,0	90,0		90	90
		95,0			95
100,0	100,0	100,0	100	100	110

100…1000 mm					
R10	R20	R40	Ra10	Ra20	Ra40
100	100	100	100	100	100
		106			[105]
	112	112		[110]	[110]
		118			[120]
125	125	125	125	125	125
		132			[130]
	140	140		140	140
		150			150
160	160	160	160	160	160
		170			170
	180	180		180	180
		190			190
200	200	200	200	200	200
		212			[210]
	224	224		[220]	[220]
		236			[240]
250	250	250	250	250	250
		265			[260]
	280	280		280	280
		300			300
315	315	315	[320]	[320]	[320]
		335			[340]
	355	355		[360]	[360]
		375			[380]
400	400	400	400	400	400
		425			[420]
	450	450		450	450
		475			[480]
500	500	500	500	500	500
		530			530
	560	560		560	560
		600			600
630	630	630	630	630	630
		670			670
	710	710		710	710
		750			750
800	800	800	800	800	800
		850			850
	900	900		900	900
		950			950
1000	1000	1000	1000	1000	1000

OBS.: Termenii din şirul Ra care diferă prin rotunjirea respectivă faţă de termenii corespondenţi din şirul R sînt încadraţi.

Tabelul 4.10

Grosimea minimă a pereților pieselor turnate, în mm

Aliajul turnat	Rezistența la tracțiune daN/cm²	Dimensiunea maximă a piesei, mm					
		100	250	500	1000	2000	4000
Fontă cenușie	15	3	3	4	6	10	—
	20	4	4	5	7	12	25
	25	—	5	6	9	15	30
	30	—	6	8	12	20	40
Fontă cu grafit nodular	—	4	4—5	5	8	12	—
Fontă maleabilă	—	3	3	4	6—8	—	—
Oțel carbon	—	—	5	7	10	20	40
Aliaje de cupru	—	3	3	5	8	—	—
Aliaje de aluminiu	—	3	3—4	6—8	6—8	10—15	—
Aliaje de magneziu	—	3	4	5	8	15	—

Tabelul 4.11

Valori recomandate pentru înclinarea pieselor turnate

Înclinarea	Valoarea unghiului	Recomandări	
1:5	11°30′	pentru oțel și fontă	$h < 25$ mm
1:10—1:20	5°30′—3°		$h = 25$—500 mm
1:50	1°	pentru aliaje neferoase	$h < 500$ mm
1:100	30′		—

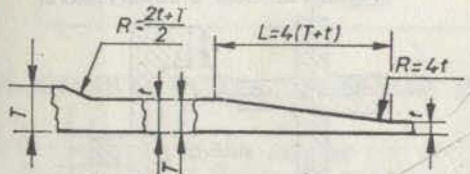


Fig. 4.11. Racordarea a doi pereți paraleli cu grosimi diferite:
a — racordare paralelă; *b* — racordare înclinată.

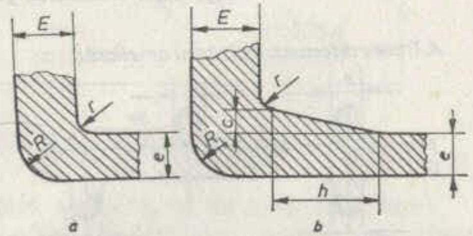


Fig. 4.12. Racordarea a doi pereți perpendiculari cu grosimi diferite:
a — cînd raportul $E/e < 2$; *b* — cînd raportul $E/e > 2$.

dare înclinată (fig. 4.11, *b*) dacă $T/t > 1{,}5$. Nu se recomandă folosirea unor raze d racordare prea mari, deoarece acestea produc îngroșări locale; de asemenea este d dorit ca la aceeași piesă numărul de raze de racordare să fie minim. În cazul cînd rapor tul $E/e < 2$ (fig. 4.12, *a*), pentru evitarea îngroșărilor locale și obținerea unor trece line la colțuri, racordarea se face cu o rază exterioară $R = E$ și cu o rază interioară:

$$r = (1/6\ldots 1/3)\,\frac{E+e}{2}$$

La diferențe mari între grosimea pereților (fig. 4.12, *b*), zona de trecere „*c*" se în funcție de raportul E/e (tab. 4.12), cu $h \geqslant 4.c$ în cazul pieselor din fontă și $h \geqslant 5$ în cazul celor din oțel.

Racordarea a trei pereți se poate realiza fie ca în figura 4.13, *a* în care caz *c* se adopt după tabelul 4.13 cu $h \geqslant 4.c$ pentru piese din fontă și $h \geqslant 5.c$ pentru piese din oțe fie ca în figura 4.13, *b* cînd *c* se adoptă tot după tabelul 4.13 dar $h \geqslant 8.c$ pentru piesel din fontă și $h \geqslant 10.c$ pentru piese din oțel.

Tabelul 4.12

Valorile cotei *C* la racordarea a doi pereți

$E:e$	1,25—1,8	1,8—2,5	> 2,5
c	$E-e$	$0{,}8(E-e)$	$0{,}7(E-e)$

Tabelul 4.13

Valorile cotei *C* la racordarea a trei pereți

$E:e$	1,25—1,8	1,8—2,5	> 2,5
c	$\frac{E-e}{2}$	$\frac{0{,}8(E-e)}{2}$	$\frac{0{,}7(E-e)}{2}$

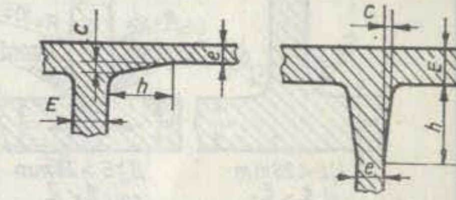


Fig. 4.13. Racordarea a trei pereți din fon sau oțel.

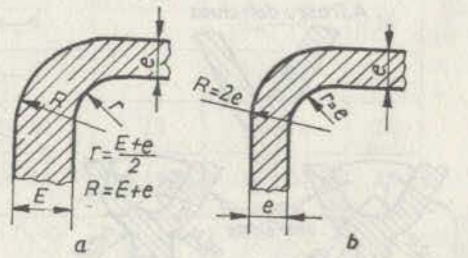


Fig. 4.14. Racordarea în *L* a doi pereți:
a — cu grosimi inegale; *b* — cu grosimi egale.

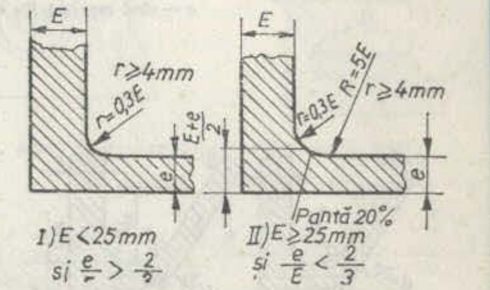


Fig. 4.15. Racordarea în *L* a doi pereți cu unghi exterior drept.

Pe baza acestor considerente se dau exemple de racordări:

— racordarea în *L* a doi pereți cu grosimi inegale (fig. 4.14, *a*) și cu grosimi egal (fig. 4.14, *b*);

— racordarea în *L* a doi pereți cînd unghiul exterior trebuie să fie drept (fig. 4.15, *a* și *b*

— racordarea în V a doi pereți cu grosimi egale (fig. 4.16, *a*) și cu grosimi inegale (fig. 4.16, *b*);

— racordări în T a trei pereți cînd raportul $E/e < 2$ (fig. 4.17, *a*) și cînd raportul $E/e > 2$ (fig. 4.17, *b*);

— racordarea în Y a trei pereți asimetrici (fig. 4.18), respectiv simetrici (fig. 4.19).

Prin metoda sferelor înscrise (fig. 4.20) se poate verifica dacă grosimea pereților alăturați a fost corect aleasă. Sfera maximă înscrisă caracterizează nodul termic cu viteza de răcire cea mai mică. Se recomandă, pe cît posibil, ca diametrul sferelor vecine să nu difere între ele cu mai mult de 20—25%. În cazul pieselor solicitate la oboseală este necesară respectarea cu strictețe a trecerilor treptate și eliminarea vîrfurilor ascuțite, care sînt zone de concentrare a tensiunilor.

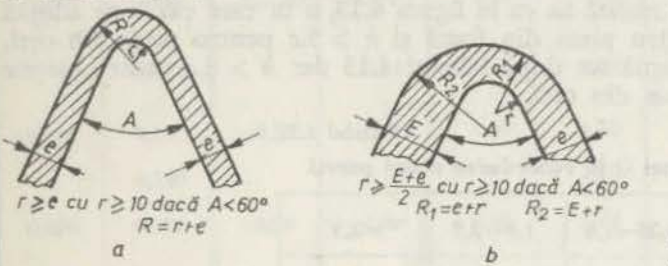


Fig. 4.16. Racordarea în V a doi pereți: *a* — cu grosimi egale; *b* — cu grosimi inegale.

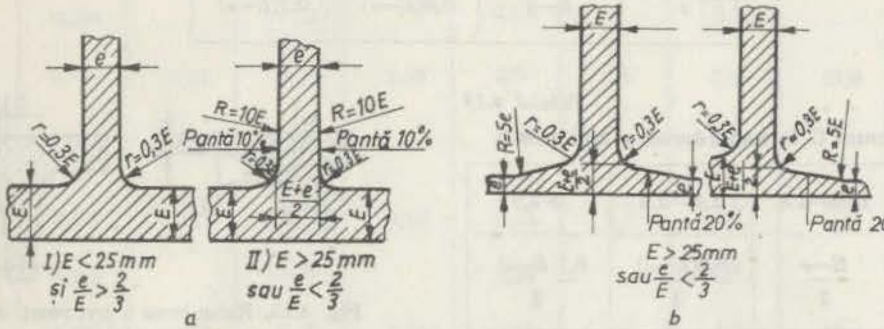


Fig. 4.17. Racordarea în T a trei pereți: *a* — cînd raportul $E/e < 2$; *b* — cînd raportul $E/e > 2$.

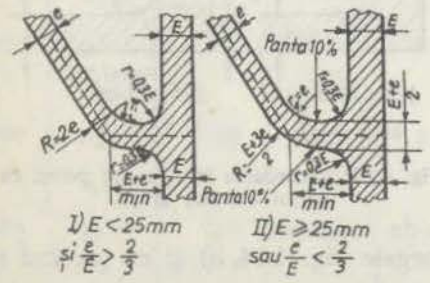


Fig. 4.18. Racordarea în Y asimetrică.

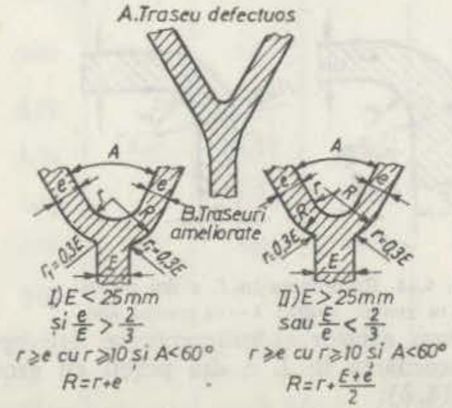


Fig. 4.19. Racordarea în Y simetrică.

Omogenitatea grosimilor și micșorarea părților masive trebuie să stea în atenția proiectantului. În figura 4.21 se prezintă exemple de înlocuire a părților masive cu nervuri și bosaje.

Dimensiunile nervurilor se pot adopta din tabelul 4.14.

În cazul pereților cu nervuri (fig. 4.22) sau a intersecției în cruce de pereți (fig. 4.23 se recomandă decalarea.

La bosaje (fig. 4.24) se adoptă:

$$c_1 \simeq 1{,}5C;\ h_1 \leqslant (0{,}75\ldots 1{,}0)c;$$

$$r_1 = 0{,}25\,c_1;\ r_2 = c_1;\ \alpha = 30—45°.$$

Dimensiunile a, b, D_0, R și r se adoptă din tabelul 4.39, iar h se ia constructiv.

Diametrele minime ale găurilor, obținute prin turnare cu ajutorul miezurilor, sînt indicate în tabelul 4.15.

La piese mari se fac găuri cu diametre $d \geqslant 50$ mm cînd grosimea peretelui este $\delta \leqslant 5\,d$. La piese din fontă maleabilă se execută găuri cu $d = 6\ldots 8$ mm.

Dimensiunile minime ale găurilor obișnuite prin formare (fără miez) sînt date în figura 4.25 și tabelul 4.16.

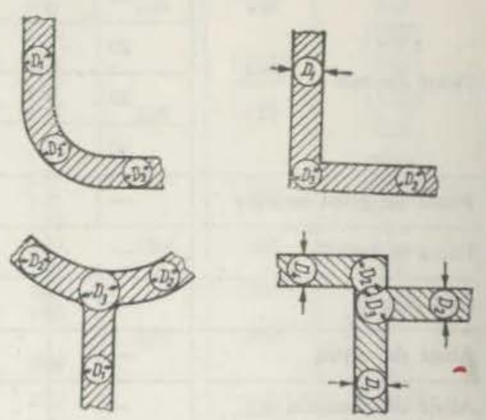


Fig. 4.20. Exemple de aplicare a metodei sferelor.

Pentru a ilustra principiile de realizare a pieselor turnate în planșele 34 și 35 se dau exemple de realizare a roților turnate, iar în planșele 36 și 37 a carcaselor turnate.

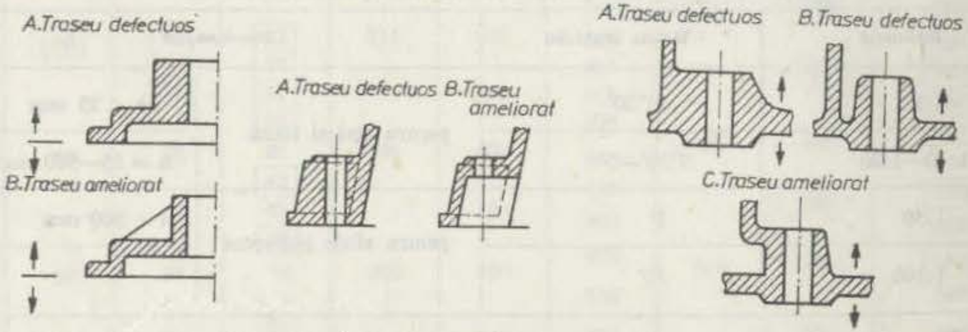


Fig. 4.21. Înlocuirea părților masive la piese turnate.

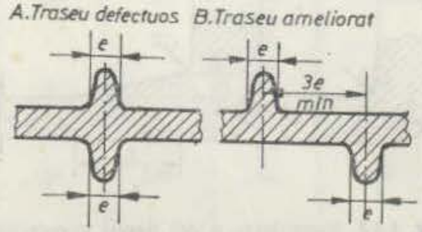


Fig. 4.22. Decalarea nervurilor pieselor turnate.

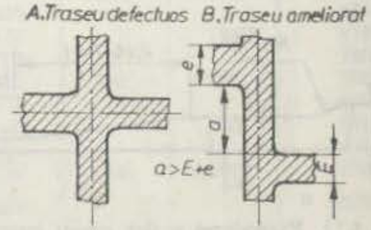
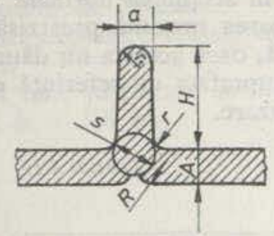
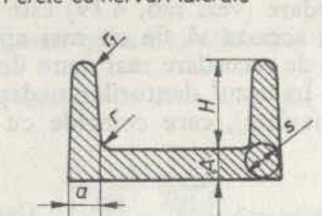
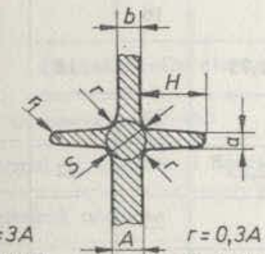
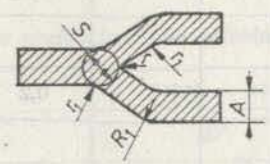
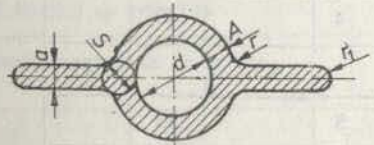
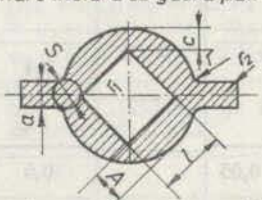


Fig. 4.23. Decalarea pereților pieselor turnate.

Tabelul 4.14

Dimensiunile nervurilor pieselor turnate

<table>
<tr><td>Perete cu nervură centrală

$H \leq 5A$ $r=0{,}5A$
$a=0{,}8A$ $r_1=0{,}25A$
$S=1{,}25A$ $R=1{,}5A$</td><td>Perete cu nervuri laterale

$H \leq 5A$ $r=0{,}3A$
$a=A$ $r_1=0{,}25A$
$S=1{,}25A$</td></tr>
<tr><td>Îmbinare în cruce

$H=3A$ $r=0{,}3A$
$a=0{,}6A$ $r_1=0{,}25A$
$b=0{,}6A$ $S=1{,}25A$</td><td>Îmbinare în furcă

$R_1=1{,}5A$ $r_1=2{,}25A$
$r=0{,}5A$ $S=1{,}25A$</td></tr>
<tr><td>Îmbinare inelară cu nervuri

$a=0{,}8A$ $r_1=0{,}25A$
$r=0{,}5A$ $S=1{,}25A$</td><td>Îmbinare inelară cu gaură pătrată

$a=A$ $r=0{,}25A$
$c=0{,}5A$ $S=1{,}25A$</td></tr>
</table>

4.4. CONSTRUCȚIA PIESELOR PRELUCRATE MECANIC

La proiectarea pieselor care se vor prelucra prin așchiere, se va avea în vedere:

a) Piesele să aibă forme cît mai simple (plane sau de revoluție) pentru prelucrare și control dimensional;

b) Reducerea mărimii suprafețelor de prelucrat prin adîncituri sau supraînălțări; în limita posibilităților, suprafețele de prelucrat trebuie să fie la același nivel;

Tabelul 4.15

Dimensiunile minime ale găurilor obținute prin turnare cu utilizarea miezurilor

Lungimea sau înălțimea găurii, mm	Grosimea peretelui în care se prevede gaura, mm							
	≤25	25—50	51—80	81—125	126—180	181—265	266—360	≥361
<25	25	25	25	25	25	25	25	30
26—50	28	32	33	33	33	33	33	40
51—100	32	38	40	40	40	40	40	50
101—150	38	42	50	50	50	50	50	60
151—250	—	48	55	60	60	60	60	70
251—400	—	54	65	80	80	80	80	90
401—600	—	—	72	90	100	100	100	110
601—800	—	—	76	95	105	110	110	115
801—1000	—	—	80	100	110	120	120	125
>1001	—	—	—	110	120	132	145	160

Tabelul 4.16

Dimensiunile găurilor în piese turnate obținute prin formare

Dimensiuni, în mm		Dimensiuni, în mm	
a	*d*	*a*	*d*
4—6	8	12—14	16
6—8	10	14—16	18
8—10	12	16—18	20
10—12	14	18—20	22

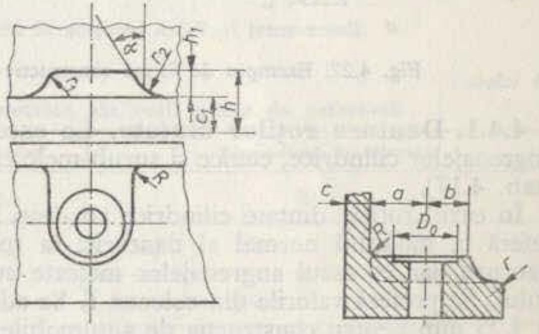


Fig. 4.24. Elemente constructive ale bosajelor.

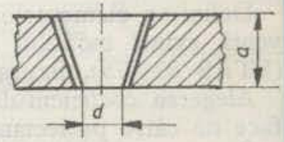


Fig. 4.25. Găuri în piese turnate obținute prin formare.

c) Prelucrările prin așchiere să fie reduse la strictul necesar; suprafețele nesolicitate pot rămîne neprelucrate (brute); suprafețele în contact — fără mișcare relativă a pieselor — se prelucrează grosolan sau semifin; suprafețele în mișcare relativă — solicitate sau îndeplinind alte condiții — se prelucrează fin;

d) Asigurarea posibilităților de prindere, așezare și fixare pe mașina-unealtă;

e) Forma piesei trebuie să permită executarea printr-o singură prindere a cît mai multe operații cu precizie corespunzătoare;

f) Pentru realizarea operațiilor de așchiere prescrise pe întreaga suprafață trebuie asigurată accesibilitatea sculei la locul de prelucrat prin prezența degajărilor (fig. 4.26);

g) La găurirea cu burghiul pe suprafețe înclinate trebuie asigurată perpendicularitatea suprafeței de atac (fig. 4.27).

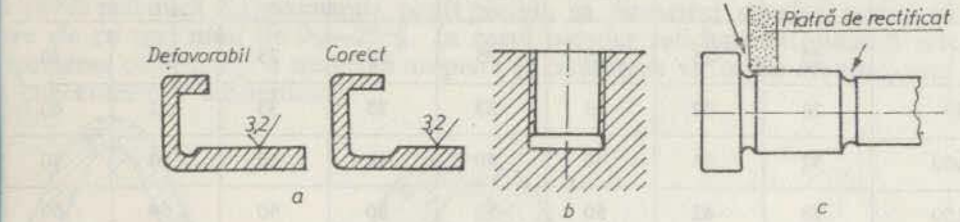


Fig. 4.26. Exemple de forme constructiv-tehnologice care permit accesibilitatea sculei la locul de prelucrat:

a — la prelucrarea suprafețelor plane; *b* — la filetarea găurilor înfundate; *c* — la rectificare.

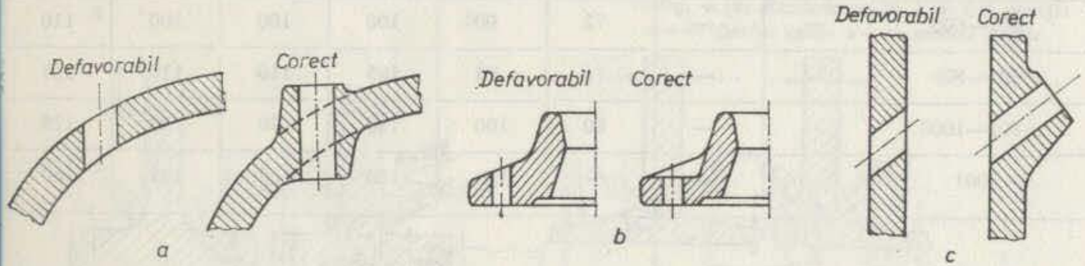


Fig. 4.27. Exemplu de formă constructiv-tehnologică pentru operația de găurire.

4.4.1. Dantura roților dințate. La executarea prin așchiere cu profil evolventic a angrenajelor cilindrice, conice și șurub-melc cilindric modulul se ia conform STAS 822-61 (tab. 4.17).

În cazul roților dințate cilindrice cu dinți înclinați, în V, W etc., valorile din tabel se referă la modulul normal al danturii; la roțile dințate conice — la modulul maxim al danturii, iar în cazul angrenajelor melcate cu melc cilindric — la modulul axial al melcului. Se preferă valorile din coloana I. Se admite folosirea modulelor 3,25 mm; 3,75 mm și 4,25 mm pentru construcția de automobile și a modulului 6,25 mm pentru construcție de tractoare.

Definirea elementelor geometrice a danturii roților dințate cilindrice cu profil evolventă avînd modulul $m = 1$ mm pînă la 50 mm se face pe cremaliera de referință (STAS 821-75), figura 4.28, tabelul 4.18 și planșa 95.

Alegerea coeficientului normal al înălțimii capului de referință ($f_{on} = 1$ sau 1,1) se face de către proiectant.

În scopul îmbunătățirii condițiilor de lucru ale roților dințate se recomandă folosirea flancării de cap a dinților cremalierei de referință (fig. 4.29), unde $h_f \leqslant 0{,}45\ m_n$ și $g_f \leqslant 0{,}02\ m_n$. Porțiunea flancată a profilului se execută rectiliniu.

La roțile dințate conice definirea elementelor geometrice se face pe roata plană de referință (STAS 6844-63) pentru $m = 1 \ldots 32$ mm. Elementele geometrice ale roții plane de referință sînt date în figura 4.30 (profilul pe cilindrul suplimentar exterior desfășurat), în figura 4.31 (secțiunile axială și transversală ale roților plane de referință cu dinți drepți și cu dinți înclinați) și în tabelul 4.19. Toate dimensiunile sînt date pe cilindrul suplimentar exterior (planșa 96). Flancurile dinților roții plane de referință sînt plane, avînd normala înclinată la $\alpha_{on} = 20°$ față de planul de divizare. Raza normală de racordare (vezi tab. 4.19) este raza măsurată în secțiunea normală pe dinte. Se recomandă ca aceasta să fie cît mai apropiată de valoarea maximă prescrisă. Se admite folosirea razei de racordare mai mare decît cea prescrisă, dacă aceasta nu dăunează angrenării corecte. În cazul danturilor nedeplasate radial, suprafața de referință este un plan (planul de referință), care coincide cu planul de divizare.

Tabelul 4.17

Gama modulelor

I	II	I	II	I	II	I	II
			0,11		1,125		11
		0,12		1,25		12	
			0,14		1,375		14
		0,15		1,5		16	
			0,18		1,75		18
		0,2		2		20	
			0,22		2,25		22
		0,25		2,5		25	
			0,28		2,75		28
		0,3		3		32	
			0,35		3,5		36
		0,4		4		40	
			0,45		4,5		45
0,05		0,5		5		50	
	0,055		0,55		5,5		55
0,06		0,6		6		60	
	0,07		0,7		7		70
0,08		0,8		8		80	
	0,09		0,9		9		90
0,1		1,0		10		100	

La danturile deplasate radial, suprafaţa de referinţă devine un con (conul de referinţă) a cărui generatoare este distanţată pe cilindrul suplimentar exterior cu $x=\xi_n \cdot m_n=\xi_f \cdot m_f$ faţă de planul de divizare al roţii plane de referinţă. Vîrful conului de referinţă este în centrul planului de divizare.

La danturi deplasate tangenţial se modifică numai grosimea dintelui, respectiv lărgimea golului.

În cazuri bine justificate se foloseşte dantură scurtată la care $a_0 = f_{0n} \cdot m_n = 0{,}8\ m_n$; $b_0 = 1 \cdot m_n$; $h_0 = 1{,}8\ m_n$.

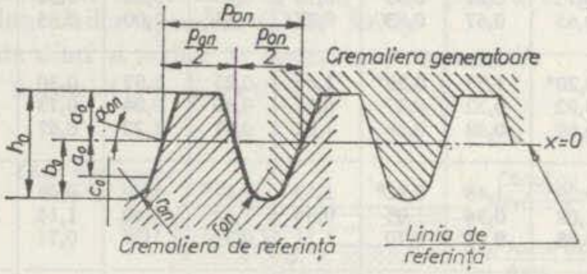


Fig. 4.28. Cremalierea de referinţă.

Tabelul 4.18

Dimensiunile elementelor geometrice ale cremalierei de referinţă

Denumirea parametrului	Simbol	Relaţia de calcul
Unghiul normal de divizare al flancului	α_{0n}	20°
Pasul de referinţă normal	p_{0n}	$\pi . m_n$
Înălţimea capului de referinţă	a_0	$f_{0n} \cdot m_n = 1 \cdot m_n$ sau $1{,}1 \cdot m_n$
Jocul de referinţă la fund	c_0	$w_{0n} . m_n = 0{,}3\ m_n \ldots 0{,}5\ m_n$
Înălţimea piciorului de referinţă	b_0	$(f_{0n} + w_{0n})\ m_n = 1{,}3\ m_n \ldots 1{,}6\ m_n$
Înălţimea dintelui de referinţă	h_0	$a_0 + b_0 = 2{,}3\ m_n \ldots 2{,}7\ m_n$
Raza normală maximă de racordare	r_{0n}	$0{,}45\ m_n \ldots 0{,}33\ m_n$, în funcţie de jocul de referinţă c_0 ales

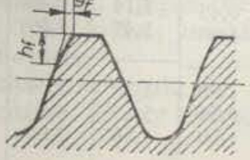


Fig. 4.29. Cremalierea de referinţă flancată.

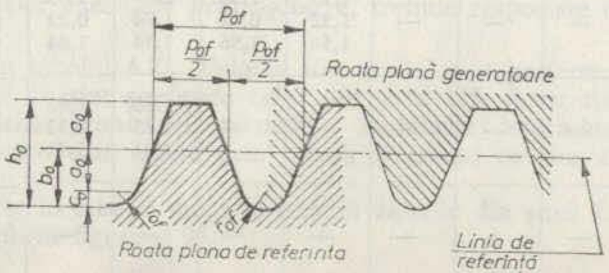


Fig. 4.30. Elementele geometrice ale roţii plane de referinţă pe cilindru suplimentar exterior desfăşurat.

Forma suprafeţei de vîrf şi a suprafeţei de fund, reprezentată în figura 4.31, este informativă. Alegerea altor forme (dinţi de egală înălţime, fund scobit etc.) se face cu respectarea dimensiunilor prescrise în tabelul 4.19 pentru parametri definiţi pe cilindrul suplimentar exterior.

În locul roţii plane de referinţă, datorită specificului constructiv al unor maşini de danturat, se foloseşte roata cvasiplană de referinţă la care suprafaţa de fund este un plan, iar suprafaţa de referinţă şi suprafaţa de divizare sînt conuri (fig. 4.32).

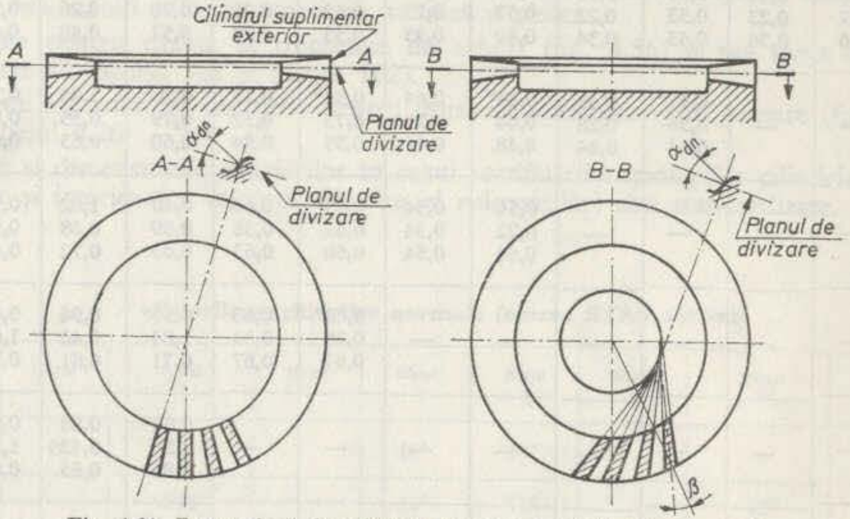


Fig. 4.31. Roata plană de referinţă în secţiune axială şi transversală.

Tabelul 4.19

Dimensiunile elementelor geometrice ale roţii plane de referinţă

Denumirea parametrului	Simbol	Dimensiunea parametrului
Unghiul normal de divizare al flancului	α_{0n}	20°
Pasul frontal de referinţă	p_{0n}	$\pi . m_f$
Înălţimea capului de referinţă	a_0	$f_{0n} . m_n = 1 \cdot m_n$
Jocul de referinţă la fund	c_0	$w_{0n} . m_n = 0{,}2\ m_n$
Înălţimea piciorului de referinţă	b_0	$(f_{0n} + w_{0n})\ m_n = 1{,}2\ m_n$
Înălţimea dintelui de referinţă	h_0	$a_0 + b_0 = 2{,}2\ m_n$
Raza normală de racordare	r_0	max. $0{,}2\ m_n$

Dimensiunile parametrilor din tabelul 4.19 se aplică şi roţii cvasiplane de referinţă pe conul suplimentar exterior.

În practică se întîlnesc danturi corijate prin deplasare de profil ($x = \xi_{1,2}\ m$). Deplasarea este pozitivă cînd se scurtează înălţimea capului dintelui (*a*) şi negativă cînd se scurtează piciorul dintelui (*b*). Coeficienţii ξ_1 şi respectiv ξ_2 se numesc deplasări specifice.

Valorile recomandate ale coeficienţilor deplasărilor de profil

z_1	z_2 = 12		15		18		22		28		34		42		50		65		80		100		125		Criterii
	ξ_1	ξ_2	ξ_1	ξ_2	ξ_1	ξ_2	ξ_1	ξ_2	ξ_1	ξ_2	ξ_1	ξ_2	ξ_1	ξ_2	ξ_1	ξ_2	ξ_1	ξ_2	ξ_1	ξ_2	ξ_1	ξ_2	ξ_1	ξ_2	
12	0,38*	0,38	0,30*	0,50	0,30*	0,61	0,30*	0,66	0,30*	0,88	0,30*	1,03	0,30	1,30	0,30	1,43	0,30	1,69	0,30	1,96	0,30	2,90	—	—	C
	0,47	0,23	0,53	0,22	0,57	0,25	0,62	0,28	0,70	0,26	0,76	0,22	0,75	0,21	0,58	0,16	0,55	0,35	0,54	0,54	0,53	0,76			I
	0,36	0,36	0,43	0,34	0,49	0,35	0,53	0,38	0,57	0,48	0,60	0,53	0,63	0,67	0,63	0,77	0,64	1,00	0,65	1,18	0,65	1,42			UG
15	—	—	0,45*	0,45	0,34*	0,64	0,38*	0,75	0,26*	1,04	0,13*	1,42	0,20*	1,53	0,25*	1,65	0,25	1,87	0,30	2,14	0,36	2,32	—	—	C
			0,58	0,28	0,64	0,29	0,73	0,32	0,79	0,35	0,83	0,34	0,92	0,32	0,97	0,31	0,80	0,04	0,73	0,15	0,71	0,22			I
			0,44	0,44	0,48	0,46	0,55	0,54	0,60	0,63	0,63	0,72	0,68	0,88	0,66	1,02	0,67	1,22	0,67	1,36	0,66	1,70			UG
18	—	—	—	—	0,54*	0,54	0,60*	0,64	0,40*	1,02	0,30*	1,30	0,29*	1,48	0,32*	1,63	0,41*	1,89	0,48	2,08	0,52	2,31	—	—	C
					0,72	0,34	0,81	0,38	0,89	0,38	0,93	0,37	1,02	0,36	1,05	0,36	1,10	0,40	1,14	0,40	1,00	0,28			I
					0,54	0,54	0,60	0,63	0,63	0,72	0,67	0,82	0,68	0,94	0,70	1,11	0,71	1,35	0,71	1,61	0,71	1,90			UG
22	—	—	—	—	—	—	0,68*	0,68	0,59*	0,94	0,48*	1,20	0,40*	1,48	0,43*	1,60	0,53*	1,80	0,61	1,99	0,65	2,19	0,75	2,43	C
							0,95	0,39	1,04	0,40	1,08	0,38	1,18	0,38	1,22	0,42	1,17	0,36	1,15	0,26	1,12	0,22	1,11	0,21	I
							0,67	0,67	0,71	0,81	0,74	0,90	0,76	1,03	0,76	1,17	0,76	1,44	0,76	1,73	0,76	1,98	0,76	2,38	UG
28	—	—	—	—	—	—	—	—	0,86*	0,86	0,80*	1,08	0,72*	2,33	0,64*	1,60	0,70	1,84	0,75	2,04	0,80	2,26	0,83	2,47	C
									1,26	0,42	1,30	0,36	1,24	0,31	1,22	0,25	1,19	0,20	1,16	0,12	1,14	0,08	1,12	0,07	I
									0,85	0,85	0,86	1,00	0,88	1,12	0,91	1,26	0,88	1,56	0,87	1,85	0,86	2,12	0,86	2,40	UG
34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,01*	1,01	0,90*	1,30	0,80	1,58	0,83	1,79	0,89	1,97	0,94	0,22	1,00	2,46	C
											1,38	0,34	1,31	0,27	1,25	0,20	1,23	0,15	1,19	0,07	1,15	0,01	1,20	0,09	I
											1,00	1,00	1,00	1,16	1,00	1,31	0,99	1,55	0,98	1,81	0,97	2,15	0,92	2,40	UG
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,17*	1,17	1,11*	1,41	1,05	1,75	1,09	1,95	1,12	2,20	1,36	2,52	C
													1,35	0,20	1,30	0,12	1,25	0,02	1,20	0,06	1,15	1,14	1,12	0,15	I
													1,15	1,15	1,16	1,32	1,17	1,59	1,14	1,86	1,12	2,18	1,03	2,37	UG
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,34*	1,34	1,32*	1,60	1,26	1,89	1,28	2,13	1,44	2,42	C
															1,34	0,04	1,28	0,05	1,21	0,15	1,14	0,22	1,13	0,22	I
															1,31	1,31	1,32	1,58	1,28	1,84	1,20	2,09	1,06	2,22	UG
65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,58*	1,58	1,57*	1,83	1,55	2,10	1,54	2,32	C
																	1,32	0,12	1,24	0,22	1,17	0,35	1,14	0,35	I
																	1,56	1,56	1,54	1,84	1,44	2,04	1,30	2,22	UG
80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,82*	1,82	1,76	2,00	1,70	2,16	C
																			1,25	0,32	1,18	0,45	1,14	0,46	I
																			1,81	1,81	1,67	1,98	1,45	2,05	UG
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,90	1,90	1,79	2,05	C
																					1,18	0,56	1,15	0,54	I
																					1,90	1,90	1,68	2,00	UG

* Mărimea deplasării este limitată de gradul de acoperire $\varepsilon = 1,2$.

Corijarea prin deplasare de profil are ca efect: realizarea unor roți dințate cu gabarit redus cu un număr mic de dinți la care se evită interferența; realizarea unor distanțe între axe A impuse; creșterea capacității portante a danturii; reducerea alunecării dintre flancurile active; creșterea gradului de acoperire al angrenajului etc.

În ultima vreme, pentru stabilirea cît mai corectă a valorilor coeficienților deplasărilor specifice de profil ξ_1 și ξ_2, se utilizează contururile de blocare pentru diferite perechi de roți dințate. Contururile de blocare permit să se reprezinte totalitatea variantelor de angrenaje posibile din punct de vedere teoretic, să se compare între ele și să se aleagă varianta optimă.

Referitor la valoarea deplasărilor specifice, se recomandă $\xi_1 = \xi_2 = 0{,}5$ pentru creșterea capacității portante și reducerea lunecărilor specifice (DIN 3994).

ISO T C 60, în funcție de numărul de dinți ai roților în angrenare, recomandă:

— $z_1 < 30$ — construcția angrenajului normal ($\xi_1 = \xi_2 = 0$);

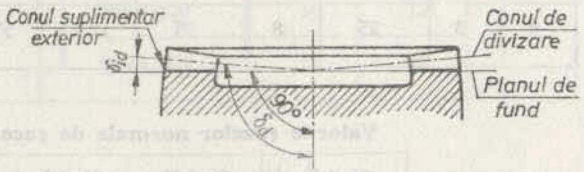


Fig. 4.32. Roata cvasiplană de referință.

— $z_1 < 30$; $(z_1 + z_2) > 60$, angrenaj zero deplasat, $|\xi_1| = |-\xi_2| = 0{,}03\ (30 - z_1)$;

— $z_1 < 30$; $(z_1 + z_2) < 60$; cu $z_1 > 10$, $\xi_{1,2} = 0{,}03\ (30 - z_{1,2})$;

— $(z_1 + z_2) < 30$, $\xi_1 + \xi_2 = 0{,}90$.

Valorile coeficienților deplasărilor specifice de profil ξ_1 și ξ_2 sînt date în tabelul 4.20 și corespund criteriilor:

— rezistență maximă la presiunea de contact (C);

— rezistență maximă la încovoiere și egalizarea rezistențelor dinților la pinion și roată din același material (I);

— rezistență maximă la uzură și gripare, egalizarea alunecărilor specifice în punctele unde începe și se termină angrenarea, (UG).

Pentru valorile ξ_1 și ξ_2 date în tabelul 4.20, grosimea maximă admisibilă a dinților pe cercul exterior s-a considerat 0,25 m.

4.4.2. Elemente constructive ale pieselor prelucrate prin așchiere. Pentru piesele componente ale reductoarelor executate prin așchiere, trebuie respectate o serie de standarde în vigoare.

Unghiurile normale sînt date în tabelul 4.21. Valorile din șirul I sînt preferate celor din șirul II, iar valorile din șirul II sînt preferate celor din șirul III. Acest standard nu se aplică la: unghiurile conurilor (conicități normale), unghiurile determinate de condiții tehnologice, unghiurile care sînt legate prin relații de calcul cu alte dimensiuni adoptate.

Conicitățile normale sînt cuprinse în tabelul 4.22; se preferă valorile din șirul I.

Conicitatea K este definită conform figurii 4.33:

$$K = \frac{D - d}{l}$$

Formele de racordare ale arborilor în trepte, în cazul în care nu este necesar să se prevadă un umăr de sprijin, se prevăd conform figurii 4.34.

În figura 4.35 sînt indicate principalele forme de racordare ale arborilor în trepte în cazul în care umerii servesc pentru sprijinirea pieselor (roți de curea, cuplaje, roți dințate etc.). Raza de racordare se poate alege orientativ după tabelul 4.23.

Razele de racordare normale în intervalul de la 0,1 la 250 mm se dau în tabelul 4.24. Șirul I este preferențial. Valorile din tabelul 4.24 nu se referă la razele obținute în cursul operațiilor intermediare în timpul fabricării pieselor. Dacă din motive funcționale sau tehnologice sînt necesare raze de racordare cu valori diferite de cele din tabel acestea se vor stabili prin documentația tehnică a piesei.

Teșiturile pentru capete și tronsoane de arbori (fig. 4.36) se pot alege din tabelul 4.25 (planșa 98, planșa 101 și planșa 102).

Razele de racordare și teșiturile pentru organele asamblate prin presare (fig. 4.37) se dau în tabelul 4.26.

Formele și dimensiunile degajărilor în cazul rectificării suprafețelor cilindrice și plane la exterior și interior (cu excepția filetelor și rulmenților) sînt standardizate.

Tabelul 4.21

Valorile unghiurilor normale (extras STAS 6492-62)

Sirul 1	Sirul 2	Sirul 3	Sirul 1	Sirul 2	Sirul 3	Sirul 1	Sirul 2	Sirul 3
0°	0°	0°		10°	10°			70°
		0°15′		12°	12°		75°	75°
	0°30′	0°30′	15°	15°	15°			80°
		0°45′			18°			85°
	1°	1°		20°	20°	90°	90°	90°
		1°30′			22°			100°
	2°	2°			25°			110°
		2°30′	30°	30°	30°	120°	120°	120°
	3°	3°			35°			135°
		4°			40°		150°	150°
5°	5°	5°	45°	45°	45°			165°
		6°			50°	180°	180°	180°
		7°			55°			270°
	8°	8°	60°	60°	60°	360°	360°	360°
		9°			65°			

Dimensiunile degajărilor cu forma *A* și *B* (fig. 4.38, respectiv fig. 4.39) sînt date în tabelul 4.27; pentru forma *C* (fig. 4.40) în tabelul 4.28; pentru forma *D* (fig. 4.41) în tabelul 4.29. Dimensiunile degajărilor alezajelor în vederea asigurării montajului cu arborele la care se execută degajarea pentru rectificare (fig. 4.42) se dau în tabelul 4.30.

Tabelul 4.22

Valorile conicităților normale (extras STAS 2285-71)

Conicitatea K		Conicitatea K	
Sirul 1	Sirul 2	Sirul 1	Sirul 2
	1:200	1:10	1:10
	1:100		1:8
1:50	1:50		1:7
1:30	1:30		1:6
	1:20,047 *	1:5	1:5
	1:20,020 *		1:3
1:20	1:20	1:1,866	1:1,866
	1:19,922 *	1:1,207	1:1,207
	1:19,254 *	1:0,866	1:0,866
	1:19,212 *		1:0,652
	1:19,180 *	1:0,5	1:0,5
	1:19,002 *	1:0,289	1:0,289
	1:15		
	1:12		

* Numai pentru construcția de mașini.

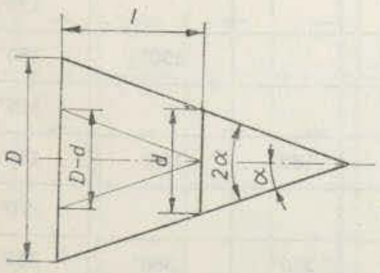


Fig. 4.33. Unghiuri și conicități.

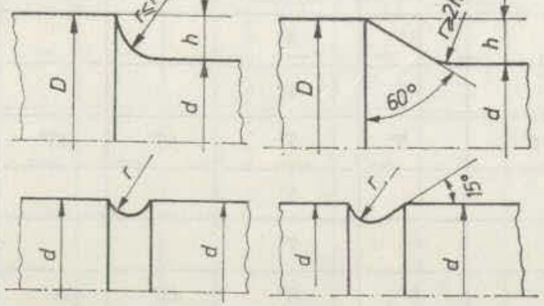


Fig. 4.34. Racordări fără umăr de sprijin.

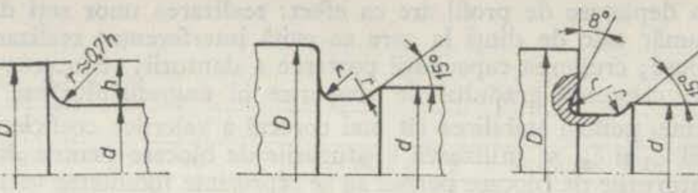


Fig. 4.35. Racordări cu umăr de sprijin.

Tabelul 4.23

Valori orientative pentru raze de racordare

D-d	r	D-d	r	D-d	r	D-d	r	D-d	r	D-d	r
2	1	10	4	25	10	40	16	60	20	100	30
5	2	15	5	30	12	50	16	70	25	130	30
8	3	25	8	35	12	55	20	90	25	140	40

Tabelul 4.24

Valorile razelor normale de racordare (extras STAS 406-73)

Sirul I	Sirul II	Sirul I	Sirul II	Sirul I	Sirul II
0,1	0,1	6,0	6,0		56
0,2	0,2		8,0	63	63
	0,3	10	10		70
0,4	0,4		12	80	80
	0,5	16	16		90
0,6	0,6		18	100	100
	0,8	20	20		110
1,0	1,0		22	125	125
	1,2	25	25		140
1,6	1,6		28	160	160
	2,0	32	32		180
2,5	2,5		36	200	200
	3,0	40	40		220
4,0	4,0		45	250	250
	5,0	50	50		

Tabelul 4.25

Valori orientative ale teșiturilor capetelor și tronsoanelor de arbori

Diametrul arborelui d (mm)	c (mm)	a (mm)	α	Diametrul arborelui d (mm)	c (mm)	a (mm)	α
pînă la 10	0,5	1		100—150	4	8	
10—15	1	1,5		150—200	5	8	
15—30	1,5	2		200—250	6	10	
30—45	2	3	30°	250—350	8	10	10°
45—70	2,5	5		350—420	10	12	
70—100	3	5		peste 420	12	12	

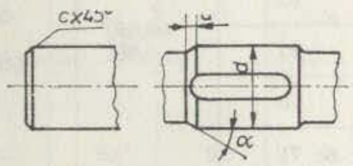


Fig. 4.36. Teșituri ale capetelor și tronsoanelor de arbori.

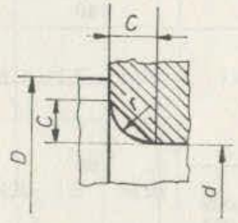


Fig. 4.37. Raza de racordare sau teșitura organelor asamblărilor presate.

Tabelul 4.26

Valori orientative ale razelor de racordare sau teșiturilor pentru organele asamblărilor presate

Diametrul arbor. (mm)	10—15	15—30	30—45	45—70	70—100	100—150	150—200	200—260	260—350	350—420	peste 420
r	0,5	1	1	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
c	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12

În cazul pieselor cu mai multe degajări se admite ca acestea să aibă aceeași mărime. Rugozitatea suprafețelor degajărilor se alege $R_a = 5 \mu m$.

Dimensiunile capetelor de arbore cilindric, (fig. 4.43) cu diametrul între 6 mm și 630 mm, destinate pentru fixarea cuplajelor, roților dințate, roților de curea, roților de lanț etc., se dau în tabelul 4.31.

Capetele de arbori conici cu conicitatea 1:10 și cu diametrul de la 6 la 630 mm destinate pentru fixarea cuplajelor, roților dințate, roților de curea, roților de lanț etc., sînt

Tabelul 4.27

Dimensiunile degajărilor cu forma A și B (extras STAS 7446-66)

r	t +0,1	b	b_1	t_1 +0,05	d* pentru piese supuse la solicitări obișnuite	d* pentru piese supuse la solicitări oscilante
0,1	0,1	0,5	0,8	0,1	pînă la 1,6	—
0,2	0,1	1,0	0,9	0,1	peste 1,6 pînă la 3	—
0,4	0,2	2,0	1,1	0,1	peste 3 pînă la 10	—
0,6	0,2	2,0	1,3	0,1	peste 10 pînă la 18	—
0,6	0,3	2,5	2,0	0,2	peste 18 pînă la 80	—
1,0	0,4	4,0	3,1	0,3	peste 80	—
1,0	0,2	2,5	1,7	0,1	—	peste 18 pînă la 50
1,6	0,3	4,0	3,0	0,2	—	peste 50 pînă la 80
2,5	0,4	5,0	4,6	0,3	—	peste 80 pînă la 125
4,0	0,5	7,0	6,1	0,3	—	peste 125

* d este informativ și reprezintă diametrul piesei; valorile din coloanele 6 și 7 nu se aplică în cazul unor lungimi scurte de rectificare sau în cazul pieselor cu pereți subțiri.

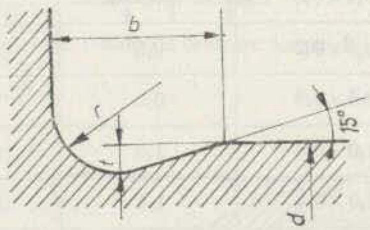


Fig. 4.38. Forma A — degajare pentru rectificarea unei suprafețe.

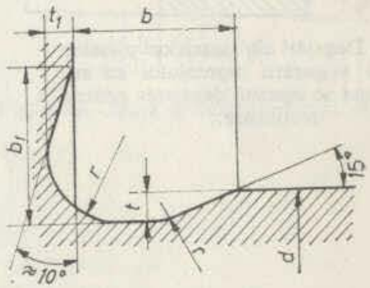


Fig. 4.39. Forma B — degajare pentru rectificarea a două suprafețe perpendiculare.

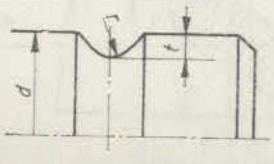


Fig. 4.40. Forma C — degajare pentru separarea părților cilindrice de același diametru cu toleranțe diferite.

Tabelul 4.28

Dimensiunile degajărilor cu forma C (extras STAS 7446-66)

d	r	t
pentru toate dimensiunile	5	0,25

prevăzute cu filet exterior sau interior şi sînt capete lungi cînd $d = (6 \div 630)$ mm şi capete scurte cînd $d = (16 \div 220)$ mm.

Dimensiunilor capetelor de arbore lungi şi scurte cu filet exterior (fig. 4.44) sau cu filet interior (fig. 4.45) cu diametrul de la 10 pînă la 75 mm şi cu pana montată paralel cu axa conului, sînt date în tabelul 4.32. Valorile cotei t sînt stabilite astfel încît în planul normal pe axa capătului de arbore, situat la jumătatea lungimii l_2, să se realizeze

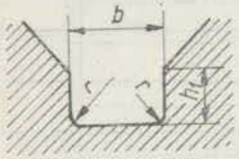


Fig. 4.41. Forma D — degajare pentru rectificarea suprafeţelor prismelor.

Tabelul 4.29

Dimensiunile degajărilor cu forma D (extras STAS 7446-66)

b	h_1	r
2	1,5	0,6
3	2,0	1,0
5	3,0	1,6

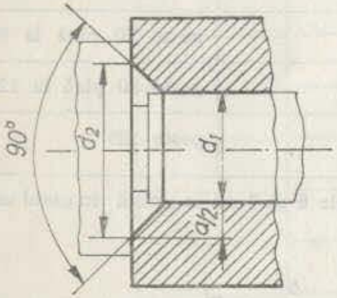


Fig. 4.42. Degajări ale alezajelor pieselor în vederea asigurării montajului cu arborele la care se execută degajarea pentru rectificare.

Tabelul 4.30

Dimensiunile degajărilor alezajelor pieselor în vederea montajului cu arborele la care se execută degajarea pentru rectificare (extras STAS 7446-66)

$r \times t$	a_{min}	
	Forma A	Forma B
0,1×0,1	0	0
0,2×0,1	0,1	0
0,4×0,2	0,4	0
0,6×0,2	0,8	0,2
0,6×0,3	0,6	0
1,0×0,2	1,6	0,8
1,0×0,4	1,2	0
1,5×0,3	2,6	1,1
2,5×0,4	4,2	1,9
4,0×0,5	7,0	4,0

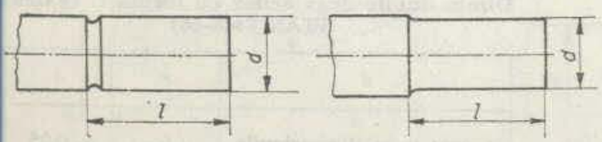


Fig. 4.43. Capete de arbore cilindric.

Tabelul 4.31

Dimensiunile capetelor de arbori cilindrici (extras STAS 8724/2-71)

d		l		d		l	
nominal	abat. limită*	seria lungă	seria scurtă	nominal	abat. limită*	seria lungă	seria scurtă
8				40			
9	+0,007 −0,002	20	—	42			
10		23	20	45	+0,018 +0,002		
11				48		110	82
12				50			
14	+0,008 −0,003	30	25	55			
16				56			
18		40	28	60			
19				63			
20				65	+0,030 +0,011	140	105
22		50	36	70			
24	+0,009 −0,004			71			
25				75			
28		60	42	80			
30				85			
32				90	+0,035 +0,013	170	130
35	+0,018 +0,002	80	58	95			
38				100		210	165

* Abaterile limită din tabel corespund următoarelor cîmpuri de toleranţă:

d	Toleranţă
<30	j6
32—50	k6
>50	m6

Tabelul 4.32

Dimensiunile capetelor de arbori conici (extras STAS 8724/4-71)

Diametrul nominal d	l_1 lung	l_1 scurt	l_2 lung	l_2 scurt	l_3	Filet d_1	Filet d_2	$b \times h$	t* lung	t* scurt
10	23		15		8	M6	—	—	—	
11		—		—				2×2	1,6	—
12	30		18		12	M8×1			1,7	
14							M4	3×3	2,3	
16									2,5	2,2
18	40	28	28	16	12	M10×1,25	M5		3,2	2,9
19								4×4		
20									3,4	3,1
22	50	36	36	22	14	M12×1,25	M6			
24									3,9	
25	60	42	42	24	18	M16×1,5	M8	5×5	4,1	3,6
28										
30									4,5	3,9
32	80	58	58	36	22	M20×1,5	M10			
35								6×6	5,0	4,4
38										
40						M24×2	M12	10×8		
42										
45						M30×2			7,1	6,4
48	110	82	82	54	28		M16	12×8		
50										
55						M36×3		14×9	7,6	6,9
56							M20			
60										
63						M24×3		16×10	8,6	7,8
65	140	105	105	70	35					
70										
71						M48×3	M24	18×11	9,6	8,8
75										

adîncimea canalului de pană prevăzut în STAS 1004-71 (tab. 4.36). Capetele de arbori conici, cu conicitatea 1:10, se pot executa şi fără canal de pană. Abaterile limită la conicitate se aleg conform STAS 7030-66. Se recomandă clasa VI de precizie (pentru arbori şi butuci canelaţi v. planşa 79).

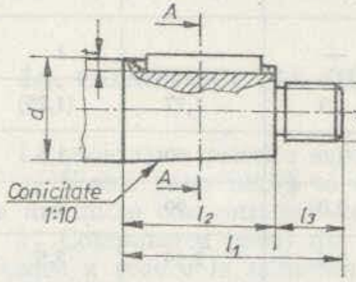


Fig. 4.44. Capăt de arbore conic cu filet exterior.

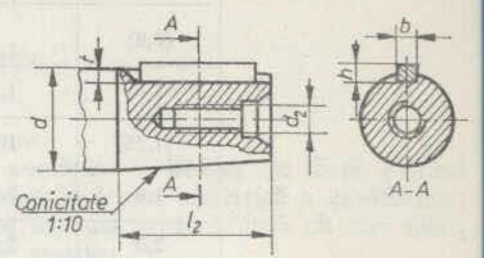


Fig. 4.45. Capăt de arbore conic cu filet interior.

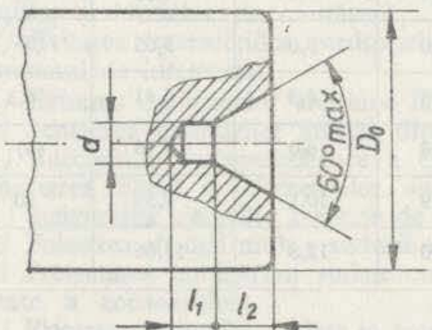


Fig. 4.46. Gaură de centrare forma *A*.

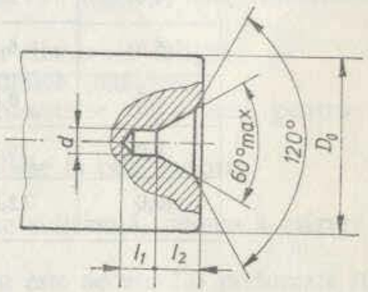


Fig. 4.47. Gaură de centrare forma *B*.

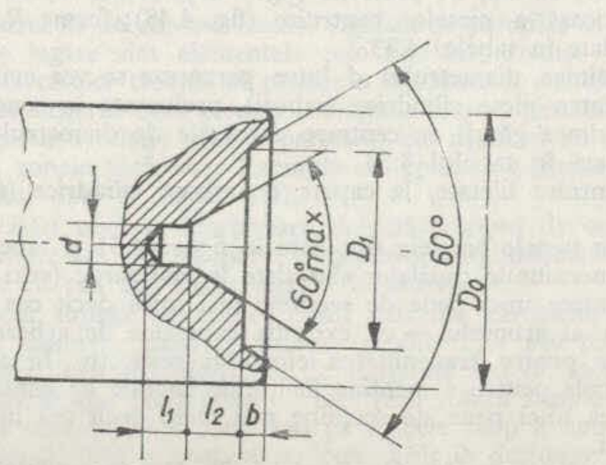


Fig. 4.48. Gaură de centrare forma *C*.

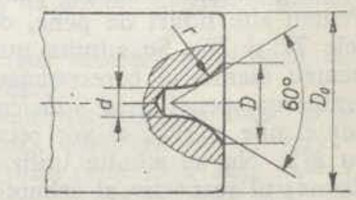


Fig. 4.49. Gaură de centrare forma *R*.

Tabelul 4.33

Dimensiunile găurilor de centrare (extras STAS 1361-73)

d	Forma A		Forma B		d	Forma C			Forma R			
	l_1 min.	l_2	l_1 min.	l_2		l_1 min.	l_2	b	D_1	D	r min.	r max.
(0,8)	1,1	0,78	—	—	1	1,3	0,97	0,6	5	2,12	2,5	3,15
1,0	1,3	0,97	1,3	1,27	(1,25)	1,6	1,21	0,6	6	2,65	3,15	4,0
(1,25)	1,6	1,21	1,6	1,60	1,6	2	1,52	0,9	7	3,35	4	5
1,6	2,0	1,52	2,0	1,99	2	2,5	1,95	0,9	8,5	4,25	5	6,3
2,0	2,5	1,95	2,5	2,54	2,5	3,1	2,42	1,1	10,0	5,3	6,3	8
2,5	3,1	2,42	3,1	3,20	3,15	3,9	3,07	1,7	13	6,7	8	10
3,15	3,9	3,07	3,9	4,03	4	5	3,90	1,7	16,5	8,5	10	12,5
4,0	5,0	3,90	5,0	5,05	(5)	6,3	4,85	2,3	20,5	10,6	12,5	16
(5,0)	6,3	4,85	6,3	6,41	6,3	8	5,98	2,9	25	13,2	16	20
6,3	8,0	5,98	8,0	7,36	(8)	10,1	7,79	3,5	30	17	20	25
(8,0)	10,1	7,79	10,1	9,35	10	12,8	9,70	4,3	36	21,2	25	31,5
10,0	12,8	9,70	12,8	11,66								

Găurile de centrare în construcţia de maşini sînt de patru forme: forma *A*, fără con de protecţie (fig. 4.46); forma *B*, cu con de protecţie (fig. 4.47); forma *C*, cu degajare pentru finisarea frontală ulterioară a pieselor centruite (fig. 4.48); forma *R*, cu rază (fig. 4.49). Dimensiunile sînt date în tabelul 4.33.

Găurile de centrare cu mărimea diametrului *d* între paranteze se vor evita pe cît posibil. Cu titlu orientativ, pentru piese cilindrice (arbori), prelucrate în condiţii tehnologice uşoare sau medii, mărimea găurii de centrare *d* funcţie de diametrul exterior D_0 al piesei prelucrate este dată în tabelul 4.34.

Dimensiunile găurilor de centrare filetate, la capete de arbore cilindrice (fig. 4.50) se dau în tabelul 4.35.

Dimensiunile canalelor pentru penele paralele sînt date în figura 4.51 şi tabelul 4.36. Pentru alte tipuri de pene, dimensiunile canalelor sînt date în standarde (vezi şi planşele 77 şi 78). Se admite utilizarea unei pene de secţiune mai mică decît cea indicată pentru diametrul corespunzător al arborelui — cu excepţia capetelor de arbore — dacă rezistenţa penei este suficientă pentru transmiterea efortului respectiv. În acest caz, adîncimile t_1 şi t_2 se vor recalcula pentru a menţine înălţimile laterale de contact egale cu $h/2$. Nu se admite utilizarea unei pene de secţiune mai mare decît cea indicată la diametrul respectiv al arborelui.

Lungimile penelor paralele standardizate sînt date în planşa 76. Dimensiunile elementelor îmbinărilor filetate (fig. 4.52) se dau în tabelul 4.37.

Tabelul 4.34

Mărimea găurii de centrare funcţie de diametrul exterior al piesei prelucrate (orientativ)

Mărimea găurii de centrare	Diametrul piesei prelucrate (D_0)
0,5; 0,63; 0,8	2 . . . 6
1,0; 1,25;	peste 2 . . . 16
1,6; 2,0;	peste 16 . . . 32
2,5; 3,15;	peste 32 . . . 56
4,0; 5,0;	peste 56 . . . 80
6,3; 8,0;	peste 80 . . . 120
10	peste 120

Dimensiunile găurilor de trecere pentru şuruburi, prezoane etc. cu filet metric (fig. 4.53 şi fig. 4.54) se dau în tabelul 4.38, iar dimensiunile flanşei de prindere sînt date în tabelul 4.39.

În cazul în care este necesar să se evite contactul între suprafaţa de racordare dintre tijă şi capul şurubului şi muchia găurii de trecere, aceasta se va teşi.

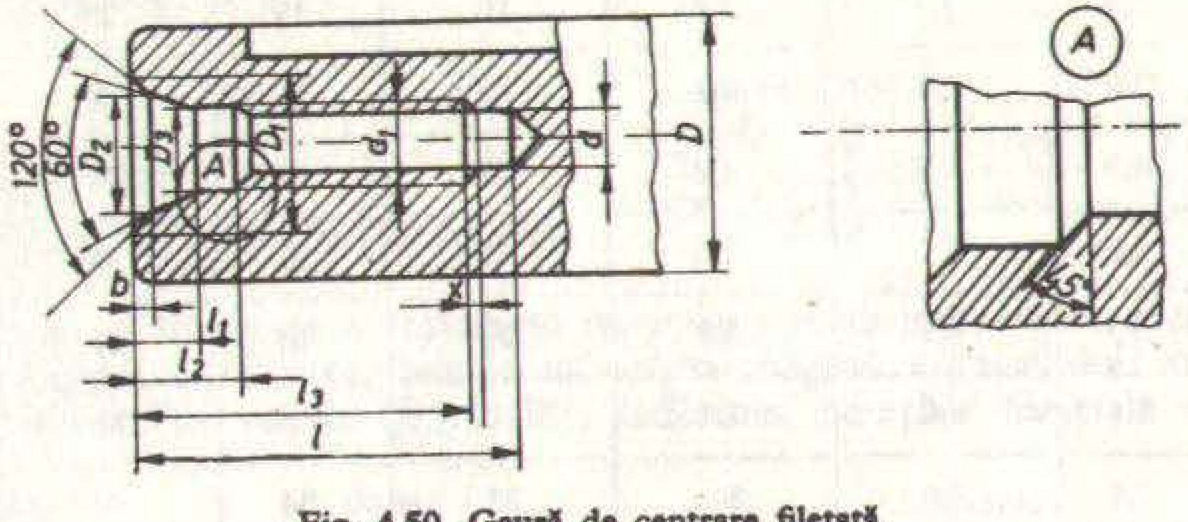


Fig. 4.50. Gaură de centrare filetată.

Tabelul 4.35

Dimensiunile găurilor de centrare filetare (extras STAS 8198)

Filet d_1	d	D_3	D_2	D_1	l min.	L_3 +2	l_2	l_1	b	x	D
M3	2,5	3,2	5,6	6,3	13	9	3,1	2,1	0,3	1,2	7 ... 10
M4	3,3	4,2	7,1	8,0	15	10	3,2	2,4	0,4	1,8	10 ... 13
M5	4,2	5,3	8,0	9,0	18	12,5	4	2,5	0,4	2,1	13 ... 16
M6	5,0	6,4	10,0	11,2	23	16	5	3,1	0,5	2,7	16 ... 21
M8	6,8	8,4	12,5	14,0	27	19	6	3,6	0,6	3,3	21 ... 24
M10	8,5	10,5	16,0	19,0	32	22	7,5	4,7	0,8	4	24 ... 30
M12	10,2	13,0	20,0	22,4	38	28	9,5	6	1,0	4,7	30 ... 38
M16	14,0	17,0	25,0	28,0	48	36	12	7	1,3	5,5	38 ... 50
M20	17,5	21,0	31,5	35,5	56	42	15	9	1,7	7	50 ... 85
M24	21,0	25,0	40,0	45	67	50	18	13	2,2	8	85 ... 130
M30	26,5	31,0	50,0	58	83	66	24	18,8	2,6	9,5	130 ... 170
M36	32,0	37,0	60,0	70	103	84	30	23	3	10,5	170 ... 215
M42	37,5	43,0	70,0	82	123	[illegible]	35	26,8	3,5	12	215 ... 265

Dimensiunile şi detaliile nereglementate prin standard, ca de exemplu forma şi dimensiunile racordării capătului de arbore, abaterile de formă şi poziţie, rugozitatea suprafeţelor, găurile de fixare, găurile de centrare etc., se stabilesc de proiectant, ţinînd cont de standardele în vigoare (STAS 7391/1 ... 5-74; toleranţe de formă şi de poziţie — STAS 1361-73; găuri de centrare — STAS 3508/1-70; filete. Elemente organologice standardizate necesare construcţiei reductoarelor se dau în planşele 76 ... 94).

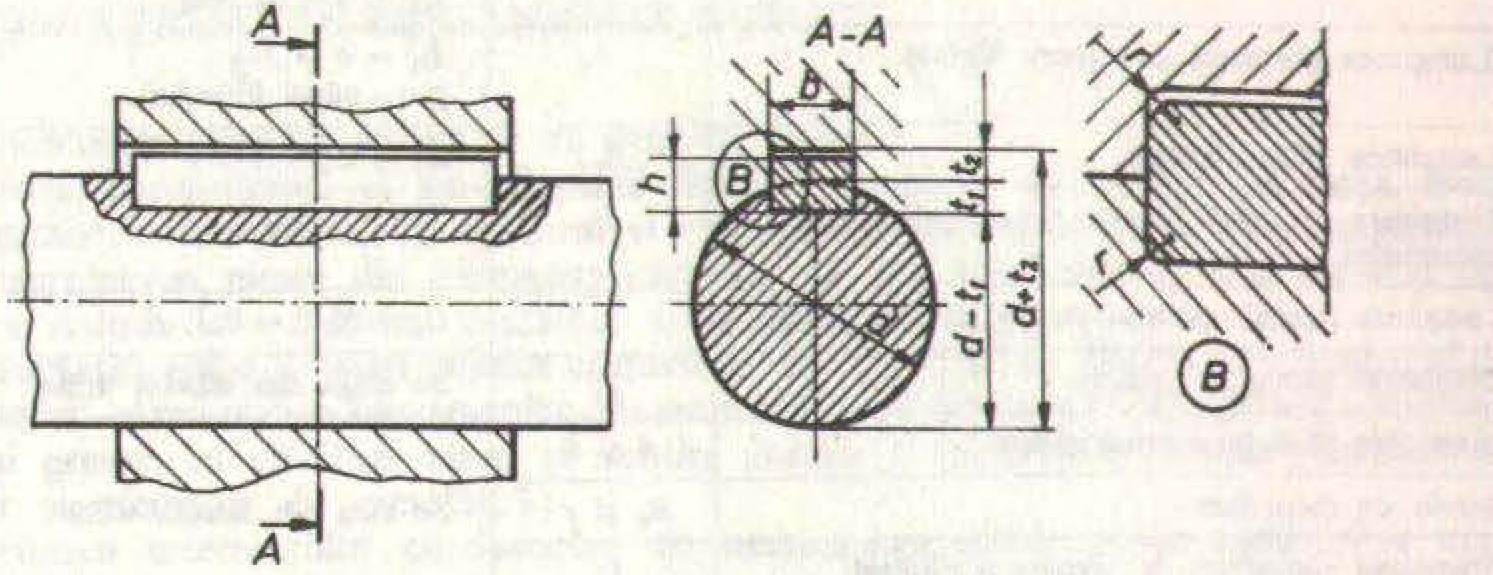


Fig. 4.51. Asamblare cu pană paralelă.

Tabelul 4.3

Dimensiunile nominale ale penelor şi canalului de pană

Diametrul arborelui, d	Dimensiunile nominale ale penelor		Dimensiunile canalului				
			Lăţimea b	Adîncimea		Raza de racordare	
	b	h		arbore t_1	butuc t_2	max.	min.
de la 6 pînă la 8	2	2	2	1,2	1		
peste 8 pînă la 10	3	3	3	1,8	1,4	0,16	0,08
peste 10 pînă la 12	4	4	4	2,5	1,8		
peste 12 pînă la 17	5	5	5	3,0	2,3		
peste 17 pînă la 22	6	6	6	3,5	2,8	0,25	0,16
peste 22 pînă la 30	8	7	8	4,0	3,3		
peste 30 pînă la 38	10	8	10	5,0	3,3		
peste 38 pînă la 44	12	8	12	5,0	3,3	0,40	0,25
peste 44 pînă la 50	14	9	14	5,5	3,8		
peste 50 pînă la 58	16	10	16	6,0	4,3		
peste 58 pînă la 65	18	11	18	7,0	4,4		
peste 65 pînă la 75	20	12	20	7,5	4,9	0,60	0,40
peste 75 pînă la 85	22	14	22	9,0	5,4		

Tabelul 4.37

Relații de calcul ale dimensiunilor elementelor asamblărilor filetate

Denumirea parametrului	Simbol	Relația de calcul
Adîncimea porțiunii îmbinate	L_1	$L_1 = 1{,}35 \cdot d$ — la fonte $L_1 = d$ — la oțel
Lungimea porțiunii din gaura filetată	L_2	$L_2 = 4 + 2 \cdot p$ p = pasul filetului
Lungimea găurii filetate	L_3	$L_3 = L_2 + 4 \cdot p$
Lungimea porțiunii filetate a șurubului sau prezonului	L_4	$L_4 = (1{,}5 - 2) \cdot d$
Lungimea ieșirii capului șurubului din piuliță	L_5	$L_5 = (0{,}2 - 0{,}3) \cdot d$
Diametrul găurii de trecere	D	Se alege din tabelul 4.38
Distanțele pînă la centrul găurii	a și b	Se aleg din tabelul 4.39
Razele de racordare	R_0 și r	
Diametrul suprafeței de așezare a piuliței	D_0	
Adîncimea suprafeței frezate plan de așezare a piuliței	e	În general nu se indică

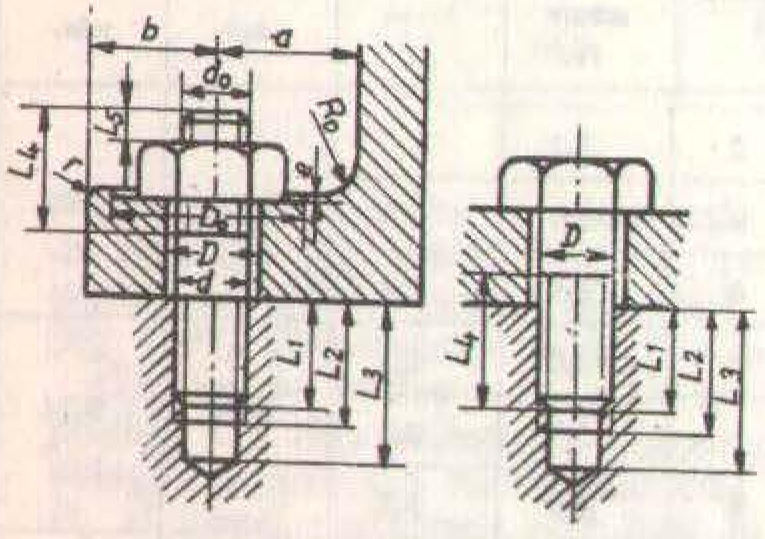


Fig. 4.52. Asamblări filetate.

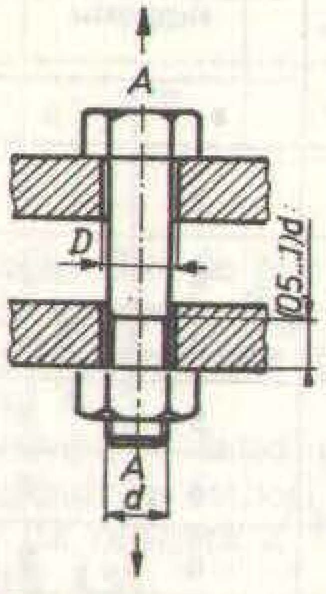


Fig. 4.53. Asamblare cu șurub.

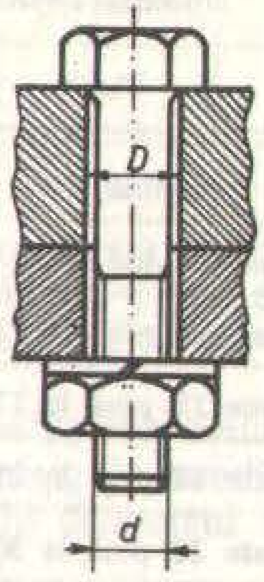


Fig. 4.54. Asamblare cu șurub.

4.5. CONSTRUCȚIA PIESELOR PRELUCRATE PRIN DEFORMARE

Condițiile generale pentru piesele din oțel, forjate liber, sînt cuprinse în STAS 1097-65, iar adaosurile de prelucrare și abaterile limită — în STAS 2171-64. Pentru piesele din oțel matrițate, condițiile generale, adaosurile de prelucrare și abaterile limită sînt indicate în STAS 1299-67.

Forma pieselor executate prin deformare depinde de procedeul de fabricație.

Tabelul 4.3

Dimensiunile găurilor de trecere pentru șuruburi și frezoane (extras STAS 3336-73)

Diametrul filetului d	D Seria fină	D Seria mijlocie	D Seria grosolană	Diametrul filetului d	D Seria fină	D Seria mijlocie	D Seria grosolană
3	3,2	3,4	3,6	18	19	20	21
3,5	3,7	3,9	4,1	20	21	22	24
4	4,3	4,5	4,8	22	23	24	26
4,5	4,8	5	5,3	24	25	26	28
5	5,3	5,5	5,8	27	28	30	32
6	6,4	6,6	7	30	31	33	35
7	7,4	7,6	8	33	34	36	38
8	8,4	9	10	36	37	39	42
10	10,5	11	12	39	40	42	45
12	13	14	15	42	43	45	48
14	15	16	17	45	46	48	52
17	17	18	19	48	50	52	56

Tabelul 4.39

Dimensiunile flanșelor de prindere

d	a min.	b min.	D_0	R_0 max.	r max.
M8	18	15	20	5	3
M10	20	20	25	5	3
M12	25	22	30	5	3
M16	30	26	40	8	5
M20	40	32	45	8	5
M22	43	33	48	8	5
M24	45	33	50	10	8
M27	50	35	55	10	8
M30	55	40	60	10	8

La forjarea liberă se are în vedere: înlocuirea formelor tronconice prin porţiuni cilindrice (fig. 4.55); adoptarea unor bosaje drepte pe o singură parte în locul celor rotunde (fig. 4.56); adoptarea de goluri interioare străpunse în piesele mari pentru îndepărtarea zonelor poroase sau cu alte defecte (fig. 4.57); evitarea pieselor curbate şi înlocuirea acestora prin piese drepte, monobloc sau din părţi asamblate; rotunjirea colţurilor sau muchiilor găurilor sau canalelor, pentru a diminua pericolul fisurării şi a uşura străpungerile cu dornul etc.

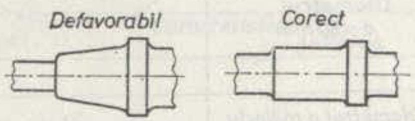


Fig. 4.55. Forjarea liberă a arborilor.

La matriţare se urmăreşte: realizarea unor treceri treptate între secţiuni şi evitarea schimbărilor bruşte de direcţie, pentru înlesnirea curgerii materialului; evitarea golurilor înguste şi a nervurilor subţiri (fig. 4.58); înclinarea pereţilor piesei la exterior cu 1:6,

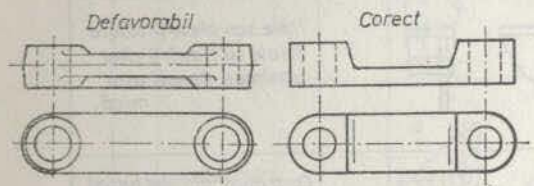


Fig. 4.56. Forjarea bosajelor.

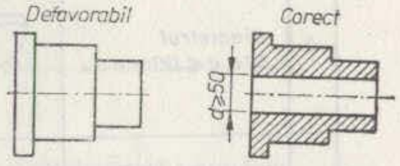


Fig. 4.57. Forjarea pieselor mari cu goluri interioare.

iar la interior 1:10 pentru a evita blocarea pe dorn şi în matriţă (fig. 4.59); împărţirea matriţei astfel ca bavura să apară în mijlocul piesei (fig. 4.60, *a*) şi într-un singur plan (fig. 4.60, *b*).

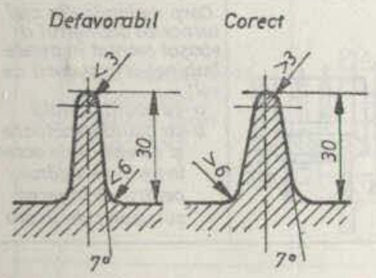


Fig. 4.58. Nervuri obţinute prin matriţare.

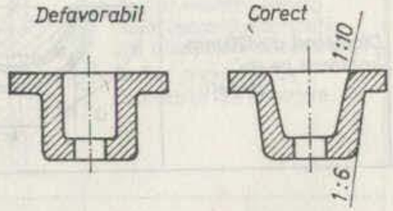


Fig. 4.59. Înclinarea pereţilor pieselor matriţate.

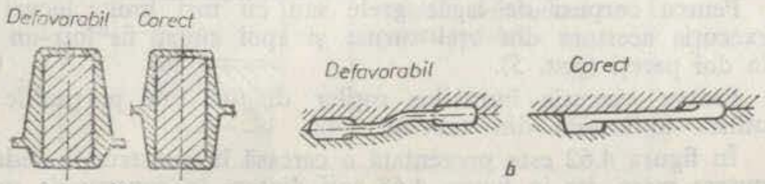


Fig. 4.60. Alegerea planului de separaţie a matriţelor.

Din punct de vedere al preciziei dimensionale se recomandă toleranţe cît mai mari deoarece precizia ridicată a piesei şi deci a matriţei, cînd nu este cerută funcţional, scumpeşte inutil produsul; toleranţe severe cînd sînt strict necesare şi cînd, prin aceasta se elimină prelucrări ulterioare. În planşa 34 şi planşa 35 sînt date exemple de ro dinţate executate prin forjare.

4.6. CONSTRUCŢIA ORGANELOR SUDATE

La proiectarea pieselor sudate se va avea în vedere:

a) Forma constructivă să fie adaptată fluxului continuu al liniilor de forţă, evitîn la maximum concentratorii de tensiuni şi asigurînd o încărcare simetrică a cusăturilor

b) Compunerea piesei din elemente care se pot executa separat, însă cît mai mari pentru a reduce la minimum numărul cusăturilor sudate;

c) Adoptarea unor grosimi minim admisibile din punctul de vedere al rezistenţei, evitarea sudării elementelor constructive încastrate la ambele capete, înlocuirea cusăturilo scurte şi groase cu cusături lungi şi subţiri pentru a micşora tensiunile datorate contracţiilor şi efectelor de crestătură;

d) Evitarea intersecţiilor cordoanelor de sudură sau întreruperea cusăturilor sudat în punctul de intersecţie;

e) Evitarea cordoanelor continue la construcţiile din tablă subţire;

f) Scoaterea cusăturilor sudate din zona tensiunilor maxime;

g) Succesiune corespunzătoare a executării cordoanelor de sudură pentru a uşur deformarea liberă a elementelor sudate;

h) Asigurarea trecerilor treptate de la tablele groase la cele subţiri;

i) Folosirea cît mai mult a sudurii cap la cap;

j) Proiectarea îmbinărilor sudate cu accesibilitate suficientă, pentru a asigura o bun calitate a cordoanelor;

l) Plasarea cusăturilor sudate în locurile unde nu este necesară o prelucrare mecanică

În construcţia de reductoare cele mai frecvente piese sudate sînt carcasele şi roţil dinţate.

În construcţia de carcase sudate rigidizarea pereţilor şi prinderea prin sudură a cor purilor de lagăre sînt elementele cele mai importante.

Pereţii carcaselor trebuie să posede o rigiditate şi stabilitate ridicată. Aceasta se poat obţine prin alegerea unei grosimi corespunzătoare a peretelui sau, la construcţiile uşoare printr-o grosime relativ mică a peretelui, dar rigidizat cu un număr mare de nervuri, î special în zonele încărcate. Exemple de aplicare a sudurii pentru rigidizarea pereţilo metalici sînt date în figura 4.61.

La solicitări mici şi funcţionare liniştită, cîmpul de ondulare poate fi împărţit pri nervuri simple din oţel lat aşezat transversal, longitudinal sau în ambele direcţii simulta în locurile cu cea mai mare săgeată la încovoiere.

La pereţii supuşi vibraţiilor, cazul pereţilor carcaselor, este necesară rigidizarea c profile cu momente mari de inerţie (profile *T*, *I* sau tubulare).

La pereţii decupaţi, pierderile de suprafaţă sau de momente de inerţie trebuie înlo cuite. Consolidarea decupărilor se face prin soluţii simple (tab. 4.40) cum ar fi: supra punerea şi sudarea pe o parte sau pe ambele părţi a unor plăci (poz. *1* şi *2a*); fixare prin sudură de colţ a unei rame (poz. *2 b*); la decupări mari, utilizarea unor inele d centură a căror lăţime se adoptă după mărimea solicitării (poz. *3*). La construcţii cu pere din tablă subţire se poate aplica o bordurare sau fălţuire a marginilor libere.

Prinderea prin sudură în pereții carcaselor, a corpurilor de lagăre (tab. 4.41) și flanlor, depinde de mărimea lagărului respectiv.

La diametre mici, este indicat a se folosi corpuri de lagăr pătrate (poz. *1*). Pentru diaetre mai mari sînt sudate inele croite, decupate (poz. *2*). Forța de strîngere a șururilor transmisă lagărului este mică, cînd se asigură o îmbinare directă a flanșelor car-

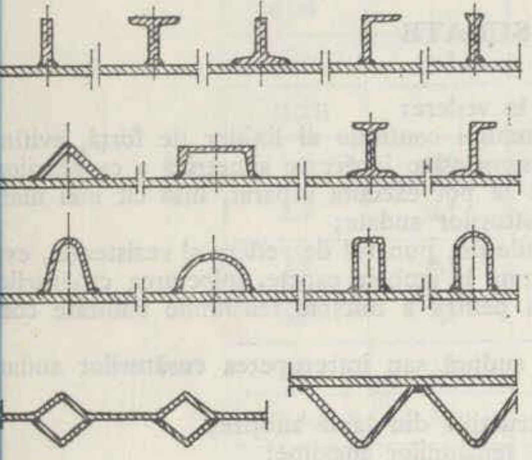
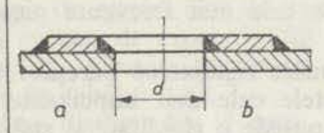
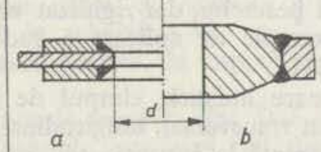
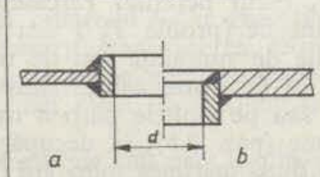


Fig. 4.61. Exemple de utilizare a sudurii pentru rigidizarea pereților metalici.

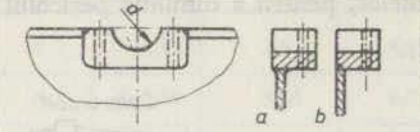
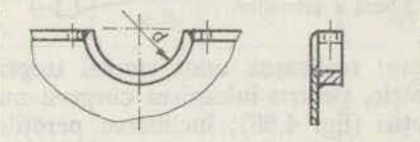
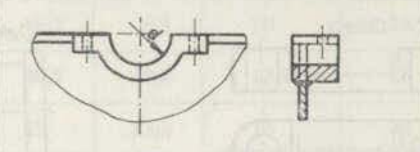
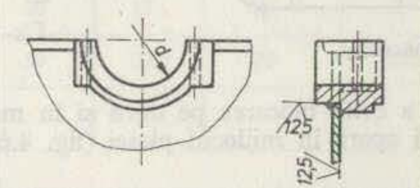
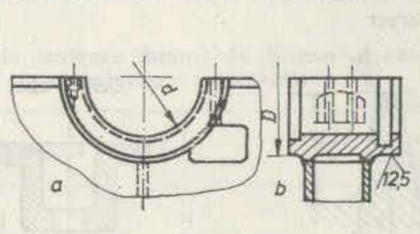
Tabelul 4.40

Rigidizarea decupărilor

Poz.	Condiții	Execuție	Caracteristici tehnice
1	Plăci de consolidare unilaterale Diametrul d mic Solicitare redusă		a.-Îmbinare prin sudură de colț b.-Îmbinare prin sudură în V
2	Consolidare bilaterală Diametrul d mic Solicitare mijlocie		a.-Îmbinare prin sudură de colț -Execuție simplă b-Îmbinare prin sudură cap la cap
3	Inele de consolidare (întărire, rigidizare) Diametrul d mare		a.-Dispunerea simetrică a inelului b.-Dispunerea asimetrică a inelului

Tabelul 4.41

Locașuri de lagăre pentru carcase de transmisii

Poz.	Condiții	Execuție	Caracteristici tehnice
1	Diametrul d < 50 mm		Corp lagăr cu colțuri drepte șuruburi trecătoare a-îmbinare prin sudură de colț. b-îmbinare prin sudură în V
2	Diametrul d mijlociu și solicitări mici		Inele tăiate cu flacără sau electric și îmbinate prin sudură de colț.
3	Diametrul 50 ≤ d ≤ 120 mm		Inele sau piese profilate tăiate cu flacără cînd grosimea flanșei este mică.
4	Diametrul d ≥ 120 mm Îmbinare pe un singur perete		Corp lagăr din oțel turnat cu bosaje cu găuri trecătoare. Locul de îmbinare prelucrat mecanic și îmbinare prin sudură de colț;
5	Diametrul d ≥ 120 mm Îmbinare pe doi pereți		Corp de lagăr din oțel turnat cu diametrul d eboșat montat în perete îmbinat prin sudură de colț. a-cu gaură filetată b-cu gaură trecătoare și fereastră de acces în peretele lagărului pentru strîngerea șurubului de fixare.

casei. La forțe mari de strîngere a șuruburilor, corpul de lagăr este executat cu o anume formă care în același timp servește și pentru asamblare cu șuruburi (poz. *3*).

Pentru corpuri de lagăr grele sau cu mai multe locuri de rulmenți, este indicată execuția acestora din oțel turnat și apoi sudat fie într-un singur perete (poz. *4*), fie în doi pereți (poz. *5*).

Pentru execuția butucilor roților dințate sau porțiunile întărite din pereți se pot utiliza indicațiile din tabelul 4.42.

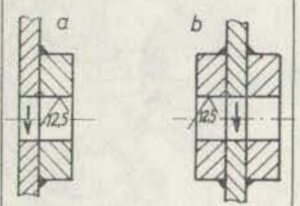
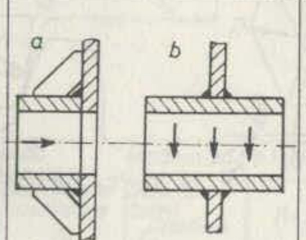
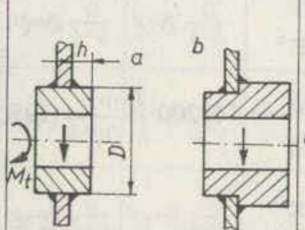
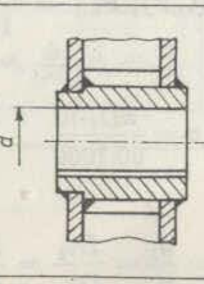
În figura 4.62 este prezentată o carcasă în construcție sudată pentru o transmisie de putere mare, iar în figura 4.63 roți dințate în construcție sudată.

După aceleași principii se pot obține și alte organe, ca plăci de bază (fig. 4.64), suporți de lagăr (fig. 4.65) etc.

Exemple de organe executate prin sudură se dau în planșa 99 — roata dințată, planșa 103 — portsatelit, iar în planșele 12, 13, 23, 27, 28, 29, 30, 31, 32, se dau diverse tipuri de reductoare cu carcase sudate.

Tabelul 4.42

Butuci în pereții carcaselor și pentru roți dințate

Poz.	Condiții	Execuție	Caracteristici tehnice
1	Forțe de apăsare mici în planul peretelui		a.-Placă așezată pe o parte b.-Plăci așezate pe ambele părți.
2	Forțe mici perpendiculare pe perete		a.-Țeavă așezată pentru forțe perpendiculare pe perete; b.-Țeavă trecătoare prin perete la presiuni de contact mici.
3	Forță transversală și momente de torsiune mari; Lagăr rigid.		a.-Butuc montat pentru serie mare de fabricație (cu dispozitiv de centrare); b.-Butuc prevăzut cu diametrul de centrare.
4	Momente de torsiune mari		Disc cu pereți dubli îmbinat prin sudură de colț cu butucul.

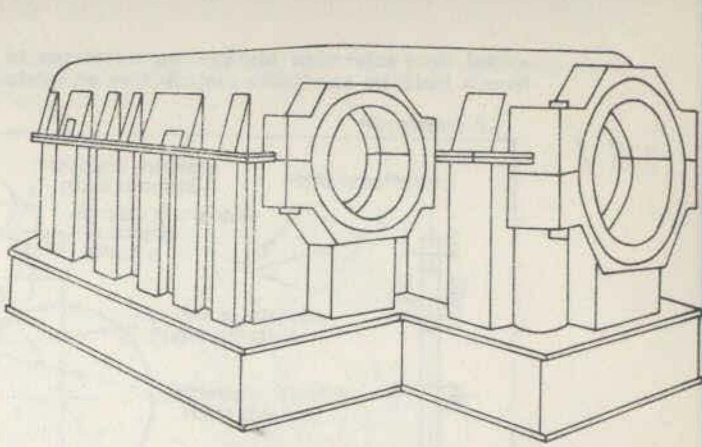


Fig. 4.62 Carcasă în construcție sudată.

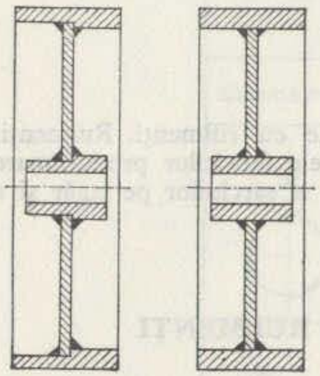


Fig. 4.63. Roți dințate în construcție sudată.

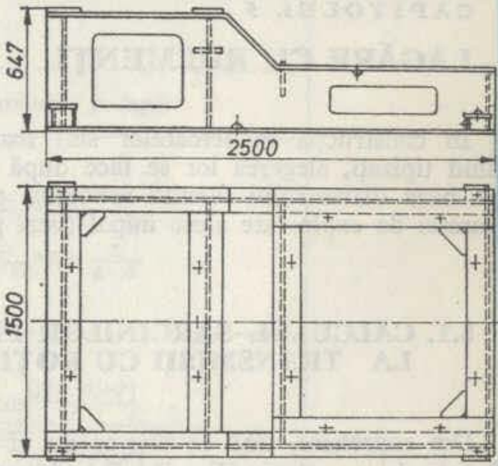


Fig. 4.64. Placă de bază.

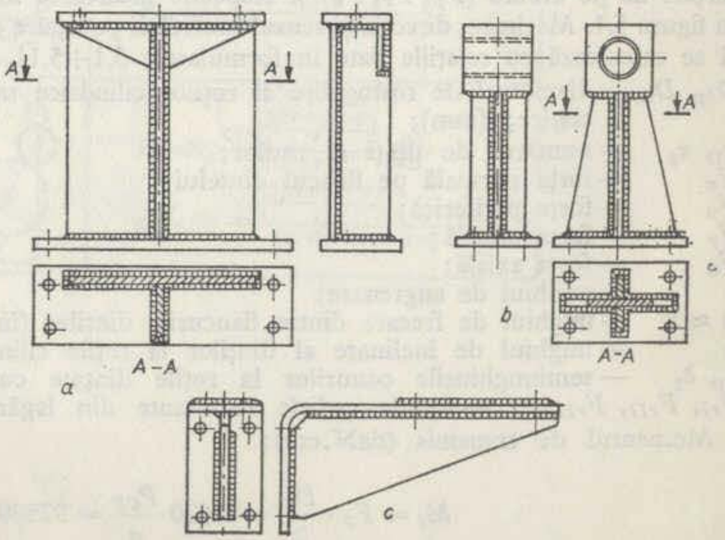


Fig. 4.65. Suport de lagăr sudat.

CAPITOLUL 5

LAGĂRE CU RULMENŢI

În construcţia reductoarelor sînt foarte răspîndite lagărele cu rulmenţi. Rulmenţii fiind tipizaţi, alegerea lor se face după standarde şi cataloagele fabricilor producătoare pe baza diametrului fusului arborelui pe care se montează, a sarcinilor pe lagăr şi a duratei de exploatare alese iniţial (vezi planşa 50).

5.1. CALCULUL SARCINILOR PE LAGĂRELE CU RULMENŢI LA TRANSMISII CU ROŢI DINŢATE

Din angrenare, cînd se ţine seama şi de frecarea între flancurile dinţilor ($\text{tg}\ \varphi = \mu$), forţele de pe arbore (F_p, F_r, F_a) şi respectiv încărcarea în lagăre (F_{rI} şi F_{rII}) se dau în figura 5.1. Mărimea, direcţia şi sensul încărcării pe lagăre depinde de tipul roţii dinţate şi se calculează cu relaţiile date în formularele 5.1 ÷ 5.11, unde s-a notat cu:

D_{r1}, D_{r2} — diametrul de rostogolire al roţilor cilindrice sau diametrul mediu la roţile conice; (mm);
z_1, z_2 — numărul de dinţi ai roţilor;
F_n — forţa normală pe flancul dintelui;
F_p — forţa periferică;
F_r — forţa radială;
F_a — forţa axială;
α — unghiul de angrenare;
$\varphi \approx 3°$ — unghiul de frecare dintre flancurile dinţilor (în general se neglijează);
β — unghiul de înclinare al dinţilor la roţile cilindrice;
δ_1, δ_2 — semiunghiurile conurilor la roţile dinţate conice;
F_{rI}, F_{rII}, F_{rIII} ... — forţele radiale rezultante din lagăre

Momentul de transmis (daN.cm):

$$M_t = F_p \cdot \frac{D_r}{2} = 71620\, \frac{P_{CP}}{n} = 97500\, \frac{P_{kW}}{n} \tag{5.1}$$

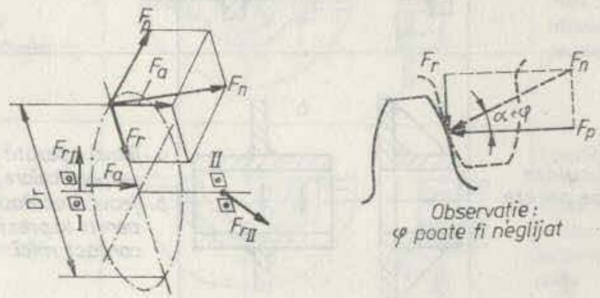


Fig. 5.1. Forţele ce acţionează pe lagărele arborilor unui angrenaj cu roţi dinţate.

Forţa periferică (daN):

$$F_p = 75\, \frac{P_{CP}}{v} = 143200\, \frac{P_{CP}}{n \cdot D_r} = 195000\, \frac{P_{kW}}{n \cdot D_r} \tag{5.2}$$

Puterea de transmis:

$$P_{CP} = \frac{F_p \cdot v}{75}\,(\text{C.P}); \; P_{kW} = \frac{F_p \cdot v}{102}\,(\text{kW}) \tag{5.3}$$

Viteza periferică (m/sec):

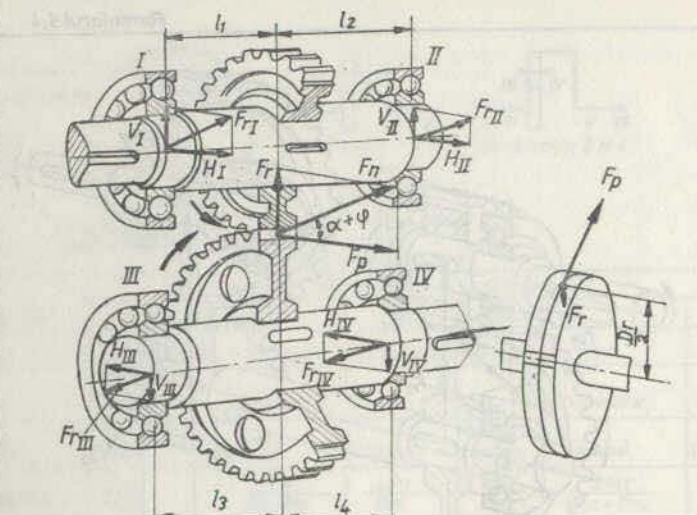
$$v = \frac{\pi D_r \cdot n}{60.1000} \tag{5.4}$$

Raportul de transmitere:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_{r2}}{D_{r1}} = \frac{z_2}{z_1} \tag{5.5}$$

Relații de calcul al sarcinilor pe lagărele arborilor transmisiilor cu roți dințate cilindrice cu dinți drepți

Formularul 5.1

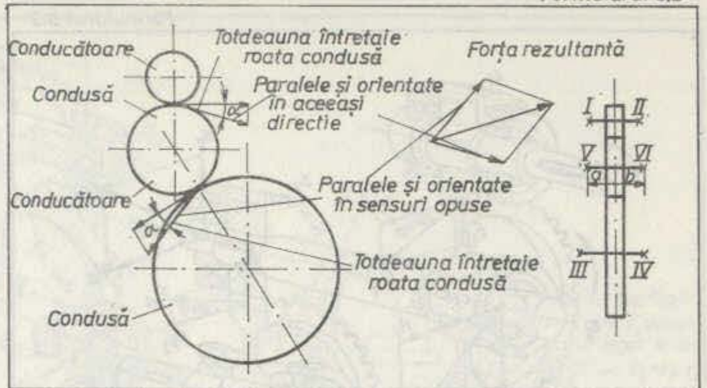


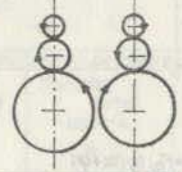
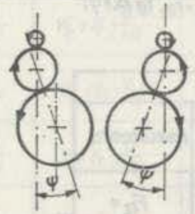
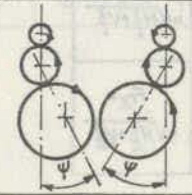
$$F_r = F_p \, tg\,(\alpha+\varphi)$$

Nr. lagărului	Încărcarea pe lagăre		
	Datorită forței periferice F_p	Datorită forței radiale F_r	Rezultanta
I	$H_I = F_p \frac{l_2}{l_1+l_2}$	$V_I = F_r \frac{l_2}{l_1+l_2}$	$F_{rI} = \sqrt{H_I^2+V_I^2} = \frac{F_p}{\cos(\alpha+\varphi)} \cdot \frac{l_2}{l_1+l_2}$
II	$H_{II} = F_p \frac{l_1}{l_1+l_2}$	$V_{II} = F_r \frac{l_1}{l_1+l_2}$	$F_{rII} = \sqrt{H_{II}^2+V_{II}^2} = \frac{F_p}{\cos(\alpha+\varphi)} \cdot \frac{l_1}{l_1+l_2}$
III	$H_{III} = F_p \frac{l_4}{l_3+l_4}$	$V_{III} = F_r \frac{l_4}{l_3+l_4}$	$F_{rIII} = \sqrt{H_{III}^2+V_{III}^2} = \frac{F_p}{\cos(\alpha+\varphi)} \cdot \frac{l_4}{l_3+l_4}$
IV	$H_{IV} = F_p \frac{l_3}{l_3+l_4}$	$V_{IV} = F_r \frac{l_3}{l_3+l_4}$	$F_{rIV} = \sqrt{H_{IV}^2+V_{IV}^2} = \frac{F_p}{\cos(\alpha+\varphi)} \cdot \frac{l_3}{l_3+l_4}$

Relații de calcul al sarcinilor pe lagărele arborelui roții intermediare a transmisiei cu roți dințate cilindrice cu dinți drepți

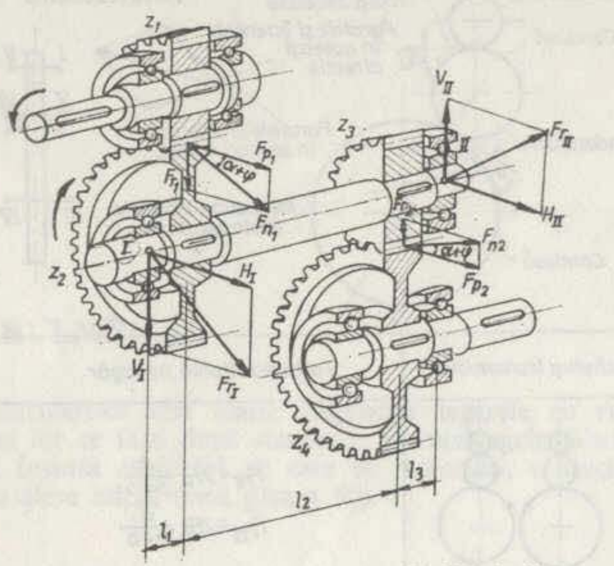
Formularul 5.2



Schema transmisiei	Forța rezultantă pe lagăr
	$F_{rV} = 2F_p \cdot \frac{b}{a+b}$ $F_{rVI} = 2F_p \cdot \frac{a}{a+b}$
	$F_{rV} = 2F_p \frac{\cos\left[\frac{2(\alpha+\varphi)+\psi}{2}\right]}{\cos(\alpha+\varphi)} \cdot \frac{b}{a+b}$ $F_{rVI} = 2F_p \frac{\cos\left[\frac{2(\alpha+\varphi)+\psi}{2}\right]}{\cos(\alpha+\varphi)} \cdot \frac{a}{a+b}$
	$F_{rV} = 2F_p \frac{\cos\left[\frac{2(\alpha+\varphi)-\psi}{2}\right]}{\cos(\alpha+\varphi)} \cdot \frac{b}{a+b}$ $F_{rVI} = 2F_p \frac{\cos\left[\frac{2(\alpha+\varphi)-\psi}{2}\right]}{\cos(\alpha+\varphi)} \cdot \frac{a}{a+b}$

Relații de calcul al sarcinilor pe lagărele arborelui intermediar al transmisiei cu roți dințate cilindrice cu dinți drepți în două trepte

Formularul 5.3

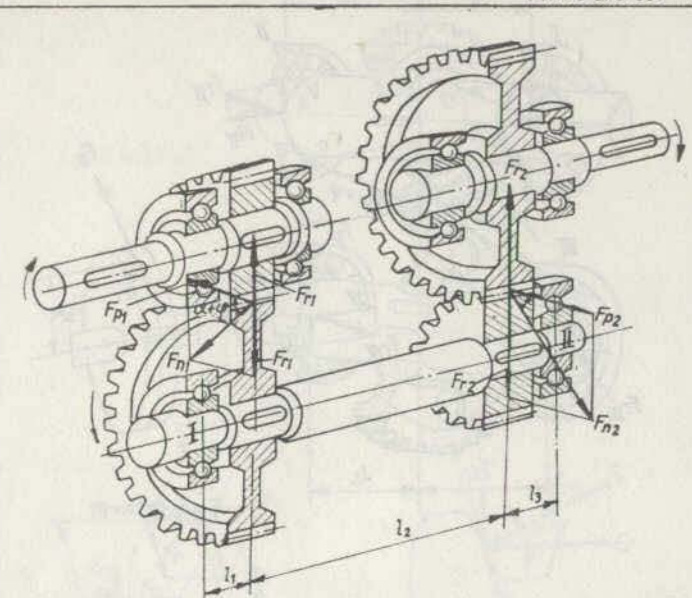


$$F_{r_1} = F_{p_1} \, tg\,(\alpha+\varphi)$$
$$F_{r_2} = F_{p_2} \, tg\,(\alpha+\varphi)$$

Nr. lagărului	Încărcarea pe lagăre		
	Datorită forței periferice F_p	Datorită forței radiale F_r	Rezultanta
I	$H_I = \dfrac{F_{p1}(l_2+l_3)+F_{p2}\,l_3}{l_1+l_2+l_3}$	$V_I = \dfrac{F_{r1}(l_2+l_3)-F_{r2}\,l_3}{l_1+l_2+l_3}$	$F_{rI} = \sqrt{H_I^2+V_I^2}$
II	$H_{II} = \dfrac{F_{p1}\,l_1+F_{p2}(l_1+l_2)}{l_1+l_2+l_3}$	$V_{II} = \dfrac{F_{r1}\,l_1-F_{r2}(l_1+l_2)}{l_1+l_2+l_3}$	$F_{rII} = \sqrt{H_{II}^2+V_{II}^2}$

Relații de calcul al sarcinilor pe lagărele arborelui intermediar al transmisiei cu roți dințate cilindrice cu dinți drepți în două trepte cu arborii de intrare și ieșire coaxiali

Formularul 5.4

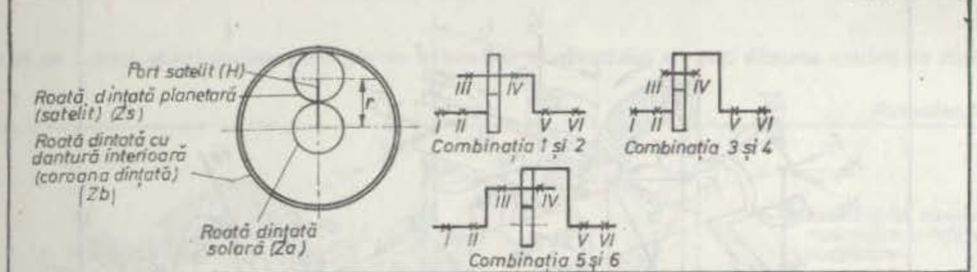


$$F_{r1} = F_{p1} \, tg\,(\alpha+\varphi)$$
$$F_{r2} = F_{p2} \, tg\,(\alpha+\varphi)$$

Nr. lagărului	Încărcarea pe lagăre		
	Datorită forței periferice F_p	Datorită forței radiale F_r	Rezultanta
I	$H_I = \dfrac{F_{p1}(l_2+l_3)-F_{p2}\,l_3}{l_1+l_2+l_3}$	$V_I = \dfrac{F_{r1}(l_2+l_3)+F_{r2}\,l_3}{l_1+l_2+l_3}$	$F_{rI} = \sqrt{H_I^2+V_I^2}$
II	$H_{II} = \dfrac{F_{p2}(l_1+l_2)-F_{p1}\,l_1}{l_1+l_2+l_3}$	$V_{II} = \dfrac{F_{r2}(l_1+l_2)+F_{r1}\,l_1}{l_1+l_2+l_3}$	$F_{rII} = \sqrt{H_{II}^2+V_{II}^2}$

Relații de calcul al sarcinilor pe lagărele elementelor mobile ale transmisiei planetare cu roți dințate

Formularul 5.5

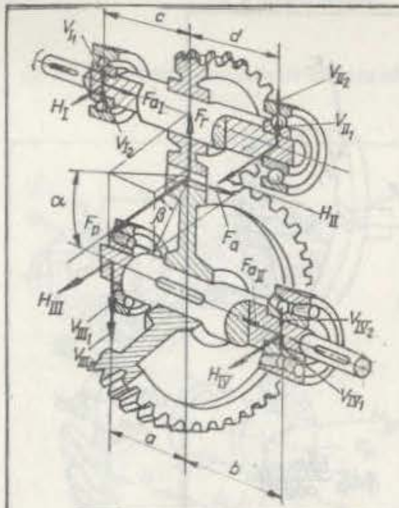


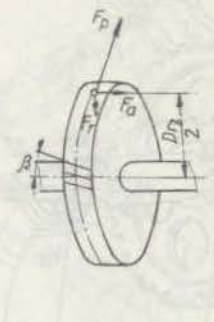
Elementele angrenajului		Combinații ale elementelor angrenajului *1 1	2	3	4	5	6
Roată solară		Conducătoare	Condusă	Conducătoare	Condusă	Fixă	Fixă
Port satelitul		Condus	Conducător	Fix	Fix	Conducător	Condus
Coroana dințată		Fixă	Fixă	Condusă	Conducătoare	Condusă	Conducătoare
Forța rezultantă Frs pe ambele lagăre III și IV	Cu un satelit	$\frac{4Mt}{Dra}$	$\frac{2Mt}{Dra+Drs}$	$\frac{4Mt}{Dra}$	$\frac{4Mt}{Drb}$	$\frac{2Mt}{Dra+Drs}$	$\frac{4Mt}{Drb}$
	Cu doi sateliți	$\frac{2Mt}{Dra}$	$\frac{Mt}{Dra+Drs}$	$\frac{2Mt}{Dra}$	$\frac{2Mt}{Drb}$	$\frac{Mt}{Dra+Drs}$	$\frac{2Mt}{Drb}$
	Cu trei sateliți	$\frac{4Mt}{3Dra}$	$\frac{2Mt}{3(Dra+Drs)}$	$\frac{2Mt}{1{,}5Dra}$	$\frac{4Mt}{3Drb}$	$\frac{2Mt}{3(Dra+Drs)}$	$\frac{4Mt}{3Drb}$
Forța rezultantă pe celelalte lagăre (Fra și FrH)	Combinația elementelor angrenajului	1 și 2		3 și 4		5 și 6	
	Pe ambele lagăre I și II	$\frac{Frs}{2\cos(\alpha+\varphi)}$		$\frac{Frs}{2\cos(\alpha+\varphi)}$		Frs	
	Pe ambele lagăre V și VI	Frs		$\frac{Frs}{2\cos(\alpha+\varphi)}$		$\frac{Frs}{2\cos(\alpha+\varphi)}$	
Turația arborilor angrenajului (rot/min)	Roată solară (Za)	n	$n\frac{Zb+Za}{Za}$	n	$n\frac{Zb}{Za}$	0	0
	Satelit (Zs)	$n\frac{Za}{Za+Zb}\cdot\frac{Zb}{Zs}$	$n\frac{Zb}{Zs}$	$n\frac{Za}{Zs}$	$n\frac{Zb}{Zs}$	$n\frac{Za}{Zs}$	$n\frac{Zb}{Zb+Za}\cdot\frac{Za}{Zs}$
	Port satelit (H)	$n\frac{Za}{Zb+Za}$	n	0	0	n	$n\frac{Zb}{Zb+Za}$
	Coroana dințată (Zb)	0	0	$n\frac{Za}{Zb}$	n	$n\frac{Zb+Za}{Zb}$	n

*1. Dra și Za; Drb și Zb; Drs și Zs – diametrul de rostogolire și numărul de dinți corespunzători roții solare, coroanei dințate și satelitului.
α – unghiul de angrenare; φ – unghiul de frecare; n – turația arborelui motor

Relații de calcul al sarcinilor pe lagărele arborilor transmisiei cu roți dințate cilindrice cu dinți înclinați

Formularul 5.6



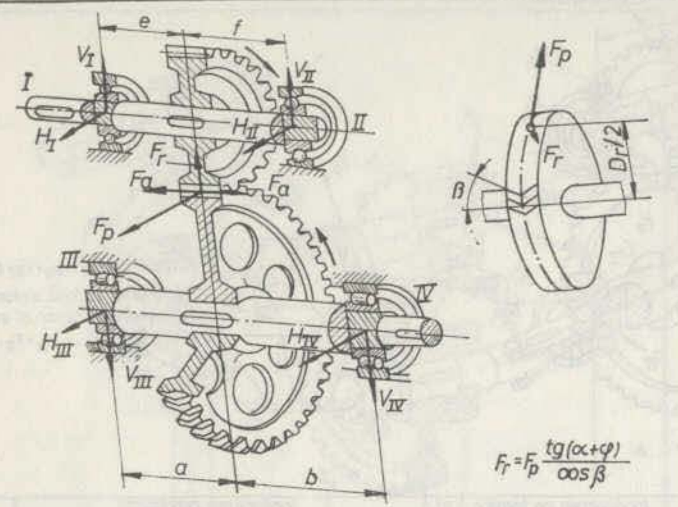


1. Forțele $V_{I_2}, V_{II_2}, V_{III_2}, V_{IV_2}$ sînt de sensuri opuse.
2. Reacțiunea axială, datorită F_a este preluată de un singur lagăr al arborelui.
3. $F_r = F_p\frac{tg(\alpha+\varphi)}{\cos\beta}$; $F_a = F_p \cdot tg\beta$

Nr. lagărului	Încărcarea pe lagăre: Datorită forței periferice F_p	Datorită forței radiale F_r	Datorită forței axiale F_a	Încărcarea rezultantă — Sensul de înclinare a dinților roții conducătoare: dreapta / La rotirea comparativ cu sensul acelor de ceasornic: după; stînga / împotrivă	dreapta / împotrivă; stînga / după	Sensul de rotație este nedeterminat sau alternativ
I	$H_I = F_p\frac{d}{c+d}$	$V_{I_1} = F_r\frac{d}{c+d}$	$V_{I_2} = F_a\frac{D_{r1}}{2(c+d)}$	$F_{rI} = \sqrt{H_I^2+(V_{I_1}-V_{I_2})^2}$	$F_{rI} = \sqrt{H_I^2+(V_{I_1}+V_{I_2})^2}$	$F_{rI} = \sqrt{H_I^2+(V_{I_1}+V_{I_2})^2}$
II	$H_{II} = F_p\frac{c}{c+d}$	$V_{II_1} = F_r\frac{c}{c+d}$	$V_{II_2} = F_a\frac{D_{r1}}{2(c+d)}$	$F_{rII} = \sqrt{H_{II}^2+(V_{II_1}+V_{II_2})^2}$	$F_{rII} = \sqrt{H_{II}^2+(V_{II_1}-V_{II_2})^2}$	$F_{rII} = \sqrt{H_{II}^2+(V_{II_1}+V_{II_2})^2}$
III	$H_{III} = F_p\frac{b}{a+b}$	$V_{III_1} = F_r\frac{b}{a+b}$	$V_{III_2} = F_a\frac{D_{r2}}{2(a+b)}$	$F_{rIII} = \sqrt{H_{III}^2+(V_{III_1}+V_{III_2})^2}$	$F_{rIII} = \sqrt{H_{III}^2+(V_{III_1}^2-V_{III_2})^2}$	$F_{rIII} = \sqrt{H_{III}^2+(V_{III_1}+V_{III_2})^2}$
IV	$V_{IV} = F_p\frac{a}{a+b}$	$V_{IV_1} = F_r\frac{a}{a+b}$	$V_{IV_2} = F_a\frac{D_{r2}}{2(a+b)}$	$F_{rIV} = \sqrt{H_{IV}^2+(V_{IV_1}-V_{IV_2})^2}$	$F_{rIV} = \sqrt{H_{IV}^2+(V_{IV_1}+V_{IV_2})^2}$	$F_{rIV} = \sqrt{H_{IV}^2+(V_{IV_1}+V_{IV_2})^2}$

Relaţii de calcul al sarcinilor pe lagărele arborilor transmisiei cu roţi dinţate cilindrice cu dinţi în V

Formularul 5.7



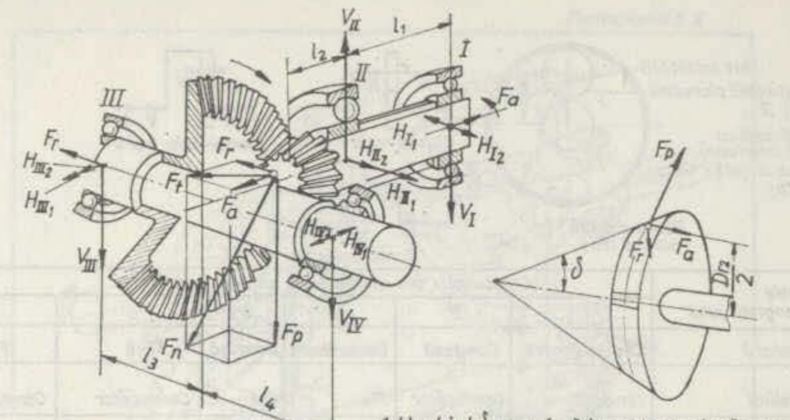
$$F_r = F_p \frac{tg(\alpha+\varphi)}{\cos\beta}$$

Forţele F_a se anulează reciproc

Nr. lagărului	Încărcarea pe lagăre		
	Datorită forţei periferice F_p	Datorită forţei radiale F_r	Rezultanta
I	$H_I = F_p \frac{f}{e+f}$	$V_I = F_r \frac{f}{e+f}$	$F_{rI} = \sqrt{H_I^2+V_I^2} = F_p \frac{f}{e+f} \sqrt{1+\left[\frac{tg(\alpha+\varphi)}{\cos\beta}\right]^2}$
II	$H_{II} = F_p \frac{e'}{e+f}$	$V_{II} = F_r \frac{e}{e+f}$	$F_{rII} = \sqrt{H_{II}^2+V_{II}^2} = F_p \frac{e}{e+f} \sqrt{1+\left[\frac{tg(\alpha+\varphi)}{\cos\beta}\right]^2}$
III	$H_{III} = F_p \frac{b}{a+b}$	$V_{III} = F_r \frac{b}{a+b}$	$F_{rIII} = \sqrt{H_{III}^2+V_{III}^2} = F_p \frac{b}{a+b} \sqrt{1+\left[\frac{tg(\alpha+\varphi)}{\cos\beta}\right]^2}$
IV	$H_{IV} = F_p \frac{a}{a+b}$	$V_{IV} = F_r \frac{a}{a+b}$	$F_{rIV} = \sqrt{H_{IV}^2+V_{IV}^2} = F_p \frac{a}{a+b} \sqrt{1+\left[\frac{tg(\alpha+\varphi)}{\cos\beta}\right]^2}$

Relaţii de calcul al sarcinilor pe lagărele arborilor transmisiei cu roţi dinţate conice cu dinţi drepţi

Formularul 5.8

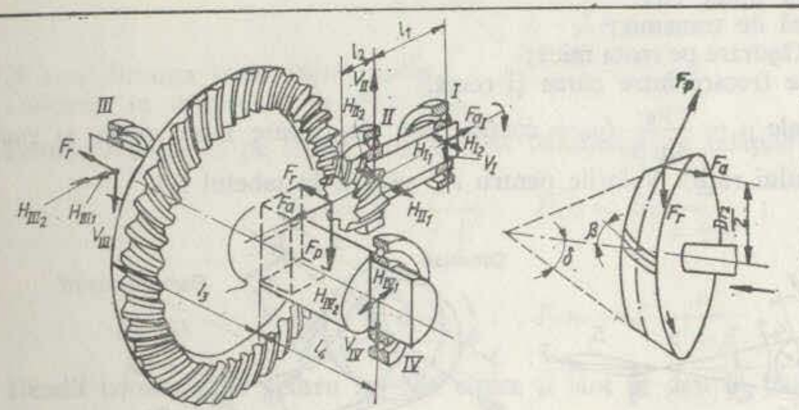


1. Unghiul δ se referă la roata conducătoare
2. Forţa F_r acţionează ⊥ iar F_a ∥ cu axa roţii conducătoare
3. $F_r = F_p tg(\alpha+\varphi)\cos\delta$; $F_a = F_p\, tg(\alpha+\varphi)\sin\delta$

Nr. lagărului	Încărcarea pe lagăre			
	Datorită forţei periferice F_p	Datorită forţei radiale F_r	Datorită forţei axiale F_a	Rezultanta
I	$V_I = F_p \frac{l_2}{l_1}$	$H_{I_1} = F_r \frac{l_2}{l_1}$	$H_{I_2} = F_a \frac{D_{r1}}{2l_1}$	$F_{rI} = \sqrt{V_I^2+(H_{I_1}^2-H_{I_2})^2}$
II	$V_{II} = F_p \frac{l_1+l_2}{l_1}$	$H_{II_1} = F_r \frac{l_1+l_2}{l_1}$	$H_{II_2} = F_a \frac{D_{r1}}{2l_1}$	$F_{rII} = \sqrt{V_{II}^2+(H_{II_1}+H_{II_2})^2}$
III	$V_{III} = F_p \frac{l_4}{l_3+l_4}$	$H_{III} = F_r \frac{D_{r2}}{2(l_3+l_4)}$	$H_{III_2} = F_a \frac{l_4}{l_3+l_4}$	$F_{rIII} = \sqrt{V_{III}^2+(H_{III_1}+H_{III_2})^2}$
IV	$V_{IV} = F_p \frac{l_3}{l_3+l_4}$	$H_{IV_1} = F_r \frac{D_{r2}}{2(l_3+l_4)}$	$H_{IV_2} = F_a \frac{l_3}{l_3+l_4}$	$F_{rIV} = \sqrt{V_{IV}^2+(H_{IV_1}^2-H_{IV_2})^2}$

Relaţii de calcul al sarcinilor pe lagărele arborilor transmisiei cu roţi dinţate conice cu dinţi curbi

Formularul 5.9



δ = semiunghiul conului de rostogolire a roţii conducătoare.

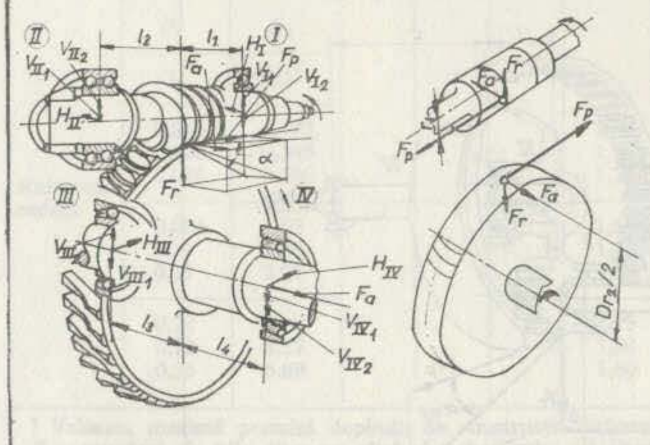
D_{r1} şi D_{r2} – diametrii medii de rostogolire ai roţii conducătoare respectiv conduse.

Încărcarea axială datorită forţelor F_a şi F_r sînt preluate de către un singur lagăr al fiecărui arbore.

Sensul înclinării dintelui şi sensul de rotaţie a roţii conducătoare	Forţele ce acţionează pe dinţii roţilor	Nr. lagărului	Încărcarea pe lagăre			
			Datorită forţei periferice F_p	Datorită forţei radiale F_r	Datorită forţei axiale F_a	Rezultantă
Dreapta, în sensul acelor de ceasornic sau stînga, în sensul opus acelor de ceasornic	$F_a = \frac{F_p}{\cos\beta}[tg(\alpha+\varphi)\sin\delta-\sin\beta\cos\delta]$	I	$V_I=F_p\frac{l_2}{l_1}$	$H_{I_1}=F_r\frac{l_1}{l_2}$	$H_{I_2}=F_a\frac{D_{r1}}{2l_1}$	$F_{rI}=\sqrt{V_I^2+(H_{I_1}-H_{I_2})^2}$
	$F_r = \frac{F_p}{\cos\beta}[tg(\alpha+\varphi)\cos\delta+\sin\beta\sin\delta]$	II	$V_{II}=F_p\frac{l_1+l_2}{l_1}$	$H_{II_1}=F_r\frac{l_1+l_2}{l_1}$	$H_{II_2}=F_a\frac{D_{r1}}{2l_1}$	$F_{rII}=\sqrt{V_{II}^2+(H_{II_1}-H_{II_2})^2}$
Dreapta, în sensul opus acelor de ceasornic sau stînga, în sensul acelor de ceasornic	$F_a = \frac{F_p}{\cos\beta}[tg(\alpha+\varphi)\sin\delta+\sin\beta\cos\delta]$	III	$V_{III}=F_p\frac{l_4}{l_3+l_4}$	$H_{III_1}=F_r\frac{D_{r2}}{2(l_3+l_4)}$	$H_{III_2}=F_a\frac{l_4}{l_3+l_4}$	$F_{rIII}=\sqrt{V_{III}^2+(H_{III_1}+H_{III_2})^2}$
	$F_r = \frac{F_p}{\cos\beta}[tg(\alpha+\varphi)\cos\delta-\sin\beta\sin\delta]$	IV	$V_{IV}=F_p\frac{l_3}{l_3+l_4}$	$H_{IV_1}=F_r\frac{D_{r2}}{2(l_3+l_4)}$	$H_{IV_2}=F_a\frac{l_3}{l_3+l_4}$	$F_{rIV}=\sqrt{V_{IV}^2+(H_{IV_1}-H_{IV_2})^2}$

Relaţii de calcul al sarcinilor pe lagărele arborilor transmisiei melcate

Formularul 5.10



1. Forţa periferică F_a pentru melc se determină ca şi forţa F_p pentru o roată dinţată cilindrică ($F_a=\frac{2M_{tc1}}{d_{r1}}$)
2. Coeficientul de frecare pentru cuplul de materiale oţel-bronz $\mu=0{,}002\div0{,}03$, pentru cuplul fontă-fontă $\mu=0{,}1$
3. Forţa axială F_a se preia de către un singur lagăr; la arborele melcului $F_{aI}=F_p$ sau $F_{aII}=F_p$; pentru arborele roţii dinţate $F_{aIII}=F_a$ sau $F_{aIV}=F_a$
4. $F_r=F_a\cdot\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha\sin\beta+\mu\cos\beta}$;

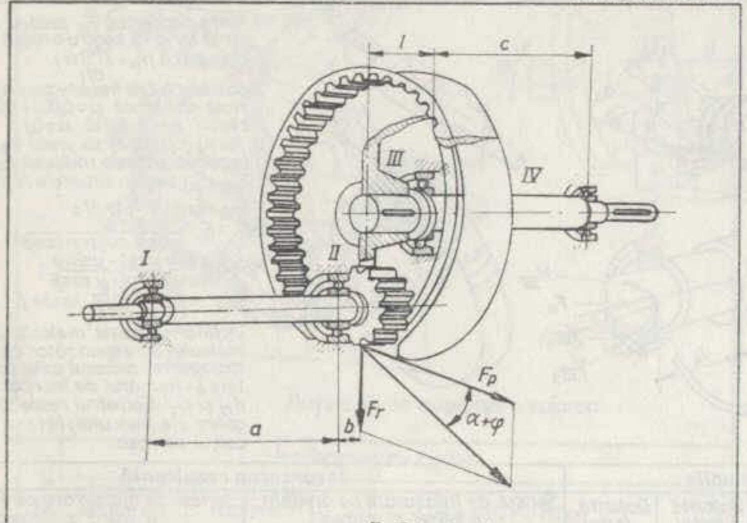
   $F_p=F_a\frac{\cos\alpha\cos\beta-\mu\sin\beta}{\cos\alpha\sin\beta+\mu\cos\beta}$;

   $tg\beta=\frac{P_e}{2\pi r_{r1}}=\frac{s\cdot P_a}{2\pi r_{r1}}$ unde β – unghiul de înclinare a spirei melcului; P_e – pasul elicei melcului corespunzător diametrului de rostogolire; p – pasul axial (aparent) al melcului; s – numărul de începuturi al melcului d_{r1} şi r_{r1} – diametrul respectiv raza de rostogolire ale melcului; M_{tc1} – momentul de calcul pe melc.

Nr. lagărului	Reacţiunile			Încărcarea rezultantă			
	Datorită forţei F_a	Datorită forţei F_r	Datorită forţei F_p	Sensul de înfăşurare pe dreapta a spirei şi rotirea: În sensul acelor de ceasornic	Sensul de înfăşurare pe dreapta a spirei şi rotirea: În sensul opus acelor de ceasornic	Sensul de înfăşurare pe stînga a spirei şi rotirea: În sensul acelor de ceasornic	Sensul de înfăşurare pe stînga a spirei şi rotirea: În sensul opus acelor de ceasornic
I	$H_I=F_a\frac{l_2}{l_1+l_2}$	$V_{I_1}=F_r\frac{l_2}{l_1+l_2}$	$V_{I_2}=F_p\frac{r_{r1}}{l_1+l_2}$	$F_{rI}=\sqrt{H_I^2+(V_{I_1}-V_{I_2})^2}$	$F_{rI}=\sqrt{H_I^2+(V_{I_1}+V_{I_2})^2}$	$F_{rI}=\sqrt{H_I^2+(V_{I_1}+V_{I_2})^2}$	$F_{rI}=\sqrt{H_I^2+(V_{I_1}-V_{I_2})^2}$
II	$H_{II}=F_a\frac{l_1}{l_1+l_2}$	$V_{II_1}=F_r\frac{l_1}{l_1+l_2}$	$V_{II_2}=F_p\frac{r_{r1}}{l_1+l_2}$	$F_{rII}=\sqrt{H_{II}^2+(V_{II_1}+V_{II_2})^2}$	$F_{rII}=\sqrt{H_{II}^2+(V_{II_1}-V_{II_2})^2}$	$F_{rII}=\sqrt{H_{II}^2+(V_{II_1}-V_{II_2})^2}$	$F_{rII}=\sqrt{H_{II}^2+(V_{II_1}+V_{II_2})^2}$
III	$V_{III_2}=F_a\frac{r_{r2}}{l_3+l_4}$	$V_{III_1}=F_r\frac{l_4}{l_3+l_4}$	$H_{III_2}=F_p\frac{l_4}{l_3+l_4}$	$F_{rIII}=\sqrt{H_{III}^2+(V_{III_1}-V_{III_2})^2}$	$F_{rIII}=\sqrt{H_{III}^2+(V_{III_1}+V_{III_2})^2}$	$F_{rIII}=\sqrt{H_{III}^2+(V_{III_1}-V_{III_2})^2}$	$F_{rIII}=\sqrt{H_{III}^2+(V_{III_1}+V_{III_2})^2}$
IV	$V_{IV_2}=F_a\frac{r_{r2}}{l_3+l_4}$	$V_{IV_1}=F_r\frac{l_3}{l_3+l_4}$	$H_{IV_2}=F_p\frac{l_3}{l_3+l_4}$	$F_{rIV}=\sqrt{H_{IV}^2+(V_{IV_1}+V_{IV_2})^2}$	$F_{rIV}=\sqrt{H_{IV}^2+(V_{IV_1}-V_{IV_2})^2}$	$F_{rIV}=\sqrt{H_{IV}^2+(V_{IV_1}+V_{IV_2})^2}$	$F_{rIV}=\sqrt{H_{IV}^2+(V_{IV_1}-V_{IV_2})^2}$

Relații de calcul al sarcinilor pe lagărele arborilor transmisiei cu roți dințate cilindrice cu dinți drepți cu angrenare interioară

Formularul 5.11



$$F_r = F_p \, tg\,(\alpha + \varphi)$$

Nr. lagărului	Încărcare pe lagăre — Datorită forței periferice F_p	Încărcare pe lagăre — Datorită forței radiale F_r	Încărcare pe lagăre — Rezultantă
I	$H_I = F_p \frac{b}{a}$	$V_I = F_r \frac{b}{a}$	$F_{rI} = \sqrt{H_I^2 + V_I^2} = \frac{F_p}{\cos(\alpha+\varphi)} \cdot \frac{b}{a}$
II	$H_{II} = F_p \frac{a+b}{a}$	$V_{II} = F_r \frac{a+b}{a}$	$F_{rII} = \sqrt{H_{II}^2 + V_{II}^2} = \frac{F_p}{\cos(\alpha+\varphi)} \cdot \frac{a+b}{a}$
III	$H_{III} = F_p \frac{l+c}{c}$	$V_{III} = F_r \frac{l+c}{c}$	$F_{rIII} = \sqrt{H_{III}^2 + V_{III}^2} = \frac{F_p}{\cos(\alpha+\varphi)} \cdot \frac{l+c}{c}$
IV	$H_{IV} = F_p \frac{l}{c}$	$V_{IV} = F_r \frac{l}{c}$	$F_{rIV} \sqrt{H_{IV}^2 + V_{IV}^2} = \frac{F_p}{\cos(\alpha+\varphi)} \cdot \frac{l}{c}$

5.2. CALCULUL SARCINILOR PE LAGĂRELE TRANSMISIILOR CU CURELE

Tensiunile din ramura activă S_1 și pasivă S_2 (fig. 5.2) la transmisii cu curele (late și trapezoidale) se determină cu relațiile:

$$S_1 = F_p \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1}; \; S_2 = F_p \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \tag{5.6}$$

În aceste relații s-a notat cu:

F_p — forța periferică de transmis;

α — unghiul de înfășurare pe roata mică;

μ — coeficientul de frecare între curea și roată.

La curele trapezoidale $\mu = \frac{\mu_0}{\sin\beta}$ (μ_0 = coeficientul de frecare între curea și roată, iar β = unghiul canalului roții). Valorile pentru $e^{\mu\alpha}$ se dau în tabelul 5.1.

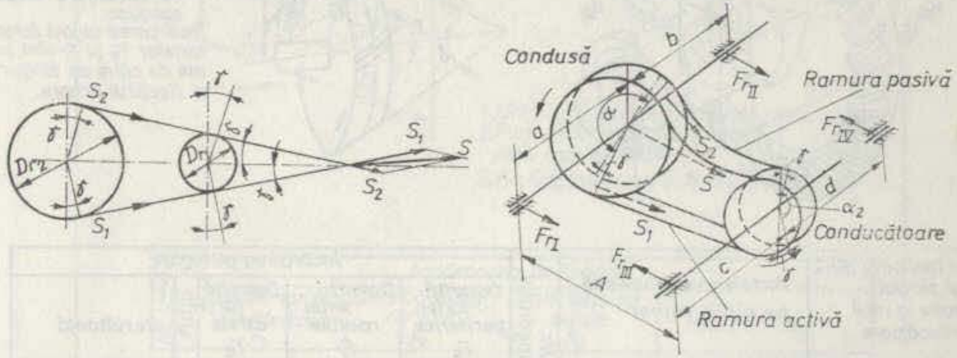


Fig. 5.2. Forțele ce acționează pe lagărele arborilor transmisiei prin curele.

Tabelul 5.1

Valorile expresiei $e^{\mu\alpha}$ pentru diferite valori ale coeficientului de frecare și a unghiului de înfășurare (în radiani)

$\frac{\alpha}{2\pi}$	Valorile expresiei $e^{\mu\alpha}$ pentru diferiți coeficienți de frecare μ: 0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
0,1	1,06	1,1	1,13	1,17	1,21	1,25	1,29	1,33	1,37
0,2	1,13	1,21	1,29	1,37	1,46	1,55	1,65	1,76	1,87
0,3	1,21	1,32	1,45	1,60	1,76	1,93	2,13	2,34	2,57
0,4	1,29	1,46	1,65	1,87	2,12	2,41	2,73	3,10	3,51
0,45	1,33	1,53	1,76	2,03	2,34	2,69	3,10	3,57	4,11
0,5	1,37	1,60	1,87	2,19	2,57	3,00	3,51	4,11	4,81
0,55	1,41	1,68	2,00	2,37	2,82	3,35	3,98	4,74	5,63
0,6	1.46	1,76	2,13	2,57	3,10	3,74	4,52	5,45	6,59
0,7	1,55	1,93	2,41	3,00	3,74	4,66	5,81	7,24	9,02
0,8	1,65	2,13	2,73	3,51	4,52	5,81	7,47	9,60	12,3
0,9	1,76	2,34	3,10	4,11	5,45	7,24	9,60	12,74	16,90
1,0	1,87	2,57	3,51	4,81	6,59	9,02	12,35	16,90	23,14
1,5	2,57	4,11	6,59	10,55	16,90	27,08	43,38	69,49	111,32
2,0	3,51	6,59	12,35	23,14	43,38	81,31	152,40	285,68	535,49
2,5	4,81	10,55	23,14	50,75	111,32	244,15	539,49	1174,5	2575,9
3,0	6,59	16,90	43,38	111,32	285,68	733,14	1881,5	4828,5	12391
3,5	9,02	27,08	81,31	244,15	733,14	2199,9	6610,7	19851	59608
4,0	12,35	43,38	152,40	535,49	1881,5	6610,7	23227	81610	286744

Observație: $e \approx 2{,}718$; μ = coeficientul de frecare dintre curea și roată de curea; α = unghiul de înfășurare, grade.

Forța rezultantă pe arbori se determină cu relația:

$$S = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 - 2S_1S_2 \cos \delta} \tag{5.7}$$

În această relație $\delta = 180 - 2\gamma$, unde γ este semiunghiul dintre ramurile curelei, care se calculează cu relația:

$$\gamma = \text{arc sin}\,\frac{D_2 - D_1}{2A} \tag{5.9}$$

A este distanța între axele roților.
Obișnuit în calcule se ia $S \approx 3F_p$.

Forțele rezultante pe lagăre (fig. 5.2) se determină cu relațiile:

$$F_{rI} = S\frac{b}{a+b}; \quad F_{rII} = S\frac{a}{a+b};$$
$$F_{rIII} = S\frac{d}{c+d}; \quad F_{rIV} = S\frac{c}{c+d}; \tag{5.10}$$

Detalii constructive pentru roți de curea și lanț se dau în planșele 106, 107 și 108.

5.3. ALEGEREA RULMENȚILOR

Se știe că între capacitatea dinamică sau cifra de încărcare a rulmentului C (dată în cataloage), sarcina dinamică echivalentă P (calculată în funcție de sarcinile pe lagăr) și durabilitatea nominală L_{10} a rulmentului (durata de utilizare în milioane de cicli) există relația:

$$\frac{C}{P} = L_{10}^{1/p}, \tag{5.11}$$

unde: $p = 3$ la rulmenți cu bile și
$p = 3{,}33$ la rulmenți cu role.

Sarcina dinamică echivalentă P se calculează cu relația:

$$P = VXF_r + YF_a, \tag{5.12}$$

unde V este un coeficient ce ține seama de inelul care se rotește ($V = 1$ — cînd se rotește inelul interior), iar X și Y — coeficienți ce depind de raportul $\frac{F_a}{F_r}$ și de tipul rulmenților dați în tabelele 5.2 ÷ 5.6. În aceste tabele e este valoarea limită a raportului $\frac{F_a}{F_r}$.

În tabelul 5.7 și tabelul 5.8 se dau relațiile de calcul ale forțelor axiale pe lagăre rezultate din construcția și montajul lagărelor cu rulmenți radial-axiali.
Indicații privind alegerea durabilității nominale în ore de funcționare L_{10h} se dau în tabelul 5.9.

Tabelul 5.

Valorile coeficientului X și Y pentru rulmenți radiali cu bile

Tipul rulmentului	Sarcina axială relativă [1]		Rulmenți pe un rînd				Rulmenți pe două rînduri				e
			$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		
	$\frac{F_a}{C_0}$	$\frac{F_a}{izD^2}$	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
Rulmenți radiali	0,014	0,172	1	0	0,56	2,30	1	0	0,56	2,30	0,19
	0,028	0,345				1,90				1,99	0,22
	0,056	0,689				1,71				1,71	0,26
	0,084	1,03				1,55				1,55	0,28
	0,11	1,38				1,45				1,45	0,30
	0,17	2,07				1,31				1,31	0,34
	0,28	3,45				1,15				1,15	0,38
	0,12	5,17				1,04				1,04	0,42
	0,56	6,89				1,00				1,00	0,44

[1] Valoarea maximă permisă depinde de construcția rulmentului (jocul, adîncimea căii de rulare).
Z — numărul de bile dintr-un rînd al rulmentului cu simplu efect;
D — diametrul bilei, în mm;
— numărul de bile dintr-un rînd.

Tabelul 5.

Valorile coeficienților X și Y pentru rulmenții radiali axiali cu bile cu simplu efect și dublu efec

Cu simplu efect

e	$\frac{F_a}{F_r} < e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		X_0	Y_0
	X	Y	X	Y		
1,14	1	0	0,35	0,57	0,50	0,26

cu dublu efect

Seria de rulmenți	e	$\frac{F_a}{F_r} < e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		X_0	Y_0
		X	Y	X	Y		
72 ... B-WF 72 ... B-WB 73 ... B-WF 73 ... B-WB	1,14	1	0,55	0,57	0,93	1	0,52
32	0,86	1	0,73	0,62	1,17	1	0,63

Tabelul 5.4

Valorile coeficienţilor X şi Y pentru rulmenţii radial-axiali cu role conice

Simbolul rulmentului	e	$\frac{F_a}{F_r} \leqslant e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		Y_0
		X	Y	X	Y	
32005	0,43				1,4	0,8
32006	0,43				1,4	0,8
32007	0,42				1,4	0,8
32008	0,37				1,6	0,9
32009	0,39				1,5	0,8
32010	0,42				1,4	0,8
32011	0,40				1,5	0,8
32012	0,43	1	0	0,4	1,4	0,8
32013	0,46				1,3	0,7
32014	0,43				1,4	0,8
32015	0,46				1,3	0,7
32016	0,42				1,4	0,8
32017	0,44				1,4	0,8
32018	0,42				1,4	0,8
32019	0,44				1,4	0,8
32020	0,46				1,3	0,7
30203	0,34				1,8	1,0
30204	0,34				1,8	1,0
30205	0,37				1,6	0,9
30206	0,37				1,6	0,9
30207	0,37				1,6	0,9
30208	0,37				1,6	0,9
30209	0,40	1	0	0,4	1,5	0,8
30210	0,42				1,4	0,8
30211	0,40				1,5	0,8
30212	0,40				1,5	0,8
30213	0,40				1,5	0,8
30214	0,42				1,4	0,8

Simbolul rulmentului	e	$\frac{F_a}{F_r} \leqslant e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		Y_0
		X	Y	X	Y	
30215	0,43				1,4	0,8
30216	0,42				1,4	0,8
30217	0,42				1,4	0,8
30218	0,42				1,4	0,8
30219	0,42				1,4	0,8
30220	0,42				1,4	0,8
30221	0,42				1,4	0,8
30222	0,42	1	0	0,4	1,4	0,8
30224	0,43				1,4	0,8
30226	0,43				1,4	0,8
30228	0,34				1,8	1,0
30230	0,43				1,4	0,8
32206	0,37				1,6	0,9
32207	0,37				1,6	0,9
32208	0,37				1,6	0,9
32209	0,40				1,5	0,8
32210	0,42				1 4	0,8
32211	0,40				1,5	0,8
32212	0,40				1,5	0,8
32213	0,40				1,5	0,8
32214	0,42				1,4	0,8
32215	0,43				1,4	0,8
32216	0,42				1,4	0,8
32217	0,42				1,4	0,8
32218	0,42				1,4	0,8
32219	0,42	1	0	0,4	1,4	0,8
32220	0,42				1,4	0,8

Tabelul 5.4 (continuare)

Simbolul rulmentului	e	$\frac{F_a}{F_r} \leqslant e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		Y_0
		X	Y	X	Y	
32221	0,42				1,4	0,8
32222	0,42				1,4	0,8
32224	0,28				2,4	1,2
30302	0,28				2,1	1,1
30303	0,28	1	0	0,4	2,1	1,1
30304	0,30				2,0	1,1
30305	0,30				2,0	1,1
30306	0,31				1,9	1,1
30307	0,31				1,9	1,1
30308	0,34				1,8	1,0
30309	0,34				1,8	1,0
30310	0,34				1,8	1,0
30311	0,34				1,8	1,0
30312	0,34				1,8	1,0
30313	0,34	1	0	0,4	1,8	1,0
30314	0,34				1,8	1.0
30315	0,34				1,8	1,0
30316	0,34				1,8	1,0
30317	0,34				1,8	1,0
30318	0,34				1,8	1,0
30319	0,35				1,7	0,9
30320	0,34				1,8	1,0
30322	0,26				2,3	1,3
30324	0,28				2,1	1,2
31305	0,83				0,72	0,4
31306	0,83				0,72	0,4
31307	0,83				0,72	0,4

Simbolul rulmentului	e	$\frac{F_a}{F_r} \leqslant e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		Y_0
		X	Y	X	Y	
31308	0,83				0,72	0,4
31309	0,83	1	0	0,4	0,72	0,4
31310	0,83				0,72	0,4
31311	0,83				0,72	0,4
31312	0,83				0,72	0,4
31313	0,83				0,72	0,4
31314	0,83				0,72	0,4
32304	0,30				2,0	1,1
32305	0,30				2,0	1,1
32306	0,31				1,9	1,1
32307	0,31				1,9	1,1
32308	0,34				1,8	1,0
32309	0,34				1,8	1,0
32310	0,34				1,8	1,0
32311	0,34				1,8	1,0
32312	0,34	1	0	0,4	1,8	1,0
32313	0,34				1,8	1,0
32314	0,34				1,8	1,0
32315	0,34				1,8	1,0
32316	0,34				1,8	1,0
32317	0,34				1,8	1,0
32318	0,34				1,8	1,0
32319	0,34				1,8	1,0
32320	0,35				1,7	0,9
32321	0,35				1,7	0,9
32322	0,35				1,7	0,9
32324	0,35				1,7	0,9

Tabelul 5.5

Valorile coeficienţilor X şi Y pentru rulmenţii oscilanţi cu bile

Simbolul rulmentului	e	$\frac{F_a}{F_r} \leqslant e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		Y_0
		X	Y	X	Y	
135	0,35		1,8		2,8	1,8
126	0,35		1,8		2,8	1,8
127	0,33	1	1,9	0,65	3,0	2,0
108	0,33		1,9		3,9	2,0
129	0,32		1,8		2,8	1,8
1200	0,32		2,0		3,0	2,1
1201	0,33		1,9		3,0	2,0
1202	0,33		1,9		3,0	2,0
1203	0,31		2,0		3,1	2,2
1204	0,27		2,3		3,6	2,5
1205	0,27		2,3		3,6	2,5
1206	0,25		2,5		3,9	2,6
1207	0,22		2,9		4,4	3,0
1208	0,22		2,9		4,5	3,0
1209	0,21		3,0		4,6	3,2
1210	0,20		3,2		4,9	3,3
1211	0,19		3,3		5,1	3,6
1212	0,18	1	3,5	0,65	5,4	3,7
1213	0,17		3,7		5,7	4,0
1214	0,18		3,5		5,4	3,6
1215	0,17		3,7		5,7	4,0
1216	0,16		3,9		5,1	4,1
1217	0,17		3,7		5,7	4,0
1218	0,17		3,7		5,7	4,0
1219	0,17		3,7		5,7	4,0
1220	0,17		3,7		5,7	4,0
1222	0,17		3,7		5,7	4,0
2200	0,65		1,0		1,5	1,0
2201	0,57		1,1		1,7	1,1
2202	0,50		1,25		2,0	1,3
2203	0,50		1,2		2,0	1,3
2204	0,48		1,3		2,0	1,4
2205	0,43		1,5		2,3	1,6
2206	0,40		1,6		2,4	1,6
2207	0,37		1,7		2,6	1,8
2208	0,33		1,9		3,0	2,0
2209	0,30		2,1		3,3	2,2
2210	0,28		2,2		3,5	2,5
2211	0,28		2,2		3,5	2,5
2212	0,28		2,2		3,5	2,5
2213	0,28		2,2		3,5	2,5
2214	0,27		2,3		3,6	2,5
2215	0,25	1	2,5	0,65	3,9	2,5
2216	0,25		2,5		3,9	2,6
2217	0,25		2,5		3,9	2,5
2218	0,27		2,3		3,6	2,5
2219	0,27		2,3		3,6	2,5
2220	0,27		2,3		3,6	2,5
2222	0,28		2,2		3,5	2,5
1300	0,33		1,9		3,0	2,0
1301	0,35		1,8		2,8	1,9
1302	0,33		1,9		3,0	2,0
1303	0,32		2,0		3,0	2,1
1304	0,29		2,2		3,4	2,3
1305	0,28		2,2		3,5	2,5
1306	0,26		2,4		3,8	2,5
1307	0,25		2,5		3,9	2,5
1308	0,24		2,6		4,1	2,8
1309	0,25		2,5		3,9	2,6
1310	0,24		2,6		4,1	2,8
1311	0,23		2,7		4,2	2,8
1312	0,23		2,7		4,2	2,9
1313	0,23		2,7		4,2	2,9
1314	0,22		2,9		4,5	2,9
1315	0,22		2,9		4,5	2,9
1316	0,22		2,9		4,5	3,0
1317	0,22		2,9		4,5	3,0
1318	0,22		2,9		4,5	3,0
1319	0,23		2,7		4,2	2,9
1320	0,23		2,7		4,2	2,9
1322	0,23		2,8		4,3	2,9
2302	0,51		1,2		1,9	1,3
2303	0,52		1,2		1,9	1,3
2304	0,51		1,2		1,9	1,3
2305	0,48		1,3		2,0	1,4
2306	0,44	1	1,4	0,65	2,2	1,5
2307	0,46		1,35		2,1	1,4
2308	0,43		1,5		2,3	1,6
2309	0,43		1,5		2,3	1,6
1210	0,43		1,5		2,3	1,6
2311	0,40		1,6		2,4	1,6
2312	0,40		1,6		2,4	1,6
2313	0,37		1,7		2,6	1,8
2314	0,37		1,7		2,6	1,8
2315	0,37		1,7		2,6	1,8
2316	0,37		1,7		2,6	1,8
2317	0,37		1,7		2,6	1,8
2318	0,37		1,7		2,6	1,8
2319	0,37		1,7		2,6	1,8
2320	0,37		1,7		2,6	1,8

Tabelul 5.

Valorile coeficienţilor X şi Y pentru rulmenţii oscilanţi cu role butoi

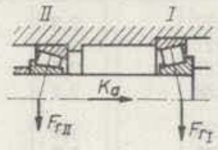
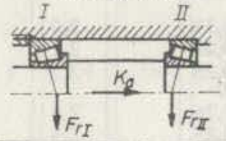
Simbolul rulmentului	e	$\frac{F_a}{F_r} \leqslant e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		Y_0
		X	Y	X	Y	
23022	0,23		2,9		4,4	2,9
23024	0,23		3,0		4,6	2,9
23026	0,23		2,9		4,4	2,9
23028	0,22		3,0		4,6	2,9
23030	0,22		3,0		4,6	2,9
23032	0,22		3,0		4,6	2,9
23034	0,23		2,9		4,4	2,9
23036	0,23		2,9		4,4	2,9
23038	0,23		2,9		4,4	2,9
23040	0,23	1	2,9	0,67	4,4	2,9
23044	0,23		2,9		4,4	2,9
23048	0,23		2,9		4,4	2,9
23052	0,23		2,9		4,4	2,9
23056	0,23		2,9		4,4	2,9
23060	0,23		2,9		4,4	2,9
23064	0,23		2,9		4,4	2,9
23068	0,23		2,9		4,4	2,9
23072	0,21		3,3		4,9	3,2
23076	0,21		3,3		4,9	3,2
23080	0,21		3,3		4,9	3,2
23084	0,21		3,3		4,9	3,2
23088	0,21		3,3		4,9	3,2
23092	0,21		3,3		4,9	3,2
23096	0,21		3,3		4,9	3,2
230/500	0,21		3,3		4,9	3,2
23122	0,28		2,4		3,6	2,4
23124	0,28		2,4		3,6	2,4
23126	0,28		2,4		3,6	2,4
23128	0,28		2,4		3,6	2,4
23130	0,29		2,3		3,5	2,3
23132	0,29		2,3		3,5	2,3
23134	0,29		2,3		3,5	2,3
23136	0,29		2,3		3,5	2,3
23138	0,29		2,3		3,5	2,3
23140	0,29	1	2,3	0,67	3,5	2,3
23144	0,29		2,3		3,5	2,3
23148	0,29		2,3		3,5	2,3
23152	0,29		2,3		3,5	2,3
23156	0,29		2,3		3,5	2,3
23160	0,29		2,3		3,5	2,3
23164	0,29		2,3		3,5	2,3
23168	0,29		2,3		3,5	2,3
23172	0,29		2,3		3,5	2,3
23176	0,29		2,3		3,5	2,3
23180	0,29		2,3		3,5	2,3
23184	0,29		2,3		3,5	2,3
23188	0,29		2,3		3,5	2,3
23192	0,29		2,3		3,5	2,3
23196	0,29		2,3		3,5	2,3
231/500	0,29		2,3		3,5	2,3
23218	0,31		2,2		3,3	2,2
23220	0,31		2,2		3,3	2,2
23222	0,33		2,0		3,0	2,0
23224	0,33		2,0		3,0	2,0
23226	0,34		2,0		3,0	2,0
23228	0,33		2,0		3,0	2,0
23230	0,33		2,0		3,0	2,0
23232	0,34		2,0		3,0	2,0
23234	0,34		2,0		3,0	2,0
23236	0,34		2,0		3,0	2,0
23238	0,34		2,0		3,0	2,0
23240	0,34		2,0		3,0	2,0
23244	0,34		2,0		3,0	2,0
23248	0,34		2,0		3,0	2,0
23252	0,34		2,0		3,0	2,0
23256	0,34		2,0		3,0	2,0
23260	0,34		2,0		3,0	2,0
23264	0,34		2,0		3,0	2,0
21305	0,24	1	2,8	0,67	4,2	2,8
21306	0,21		3,2		4,8	3,2
21307	0,21		3,2		4,8	3,2
21308	0,21		3,2		4,8	3,2
21309	0,21		3,2		4,8	3,2
21310	0,21		3,2		4,8	3,2
21311	0,20		3,4		5,0	3,3
21312	0,20		3,4		5,0	3,3
21313	0,20		3,4		5,0	3,3
21314	0,20		3,4		5,0	3,3
21315	0,20		3,4		5,0	3,3
21316	0,19		3,4		5,0	3,3

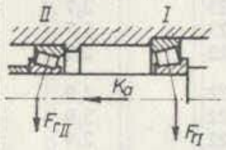
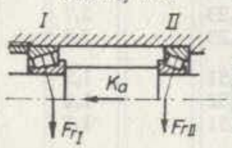
Tabelul 5.6 (continuare)

Simbolul rulmentului	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$ X	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$ Y	$\frac{F_a}{F_r} > e$ X	$\frac{F_a}{F_r} > e$ Y	Y_0	Simbolul rulmentului	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$ X	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$ Y	$\frac{F_a}{F_r} > e$ X	$\frac{F_a}{F_r} > e$ Y	Y_0
21317	0,19		3,4		5,0	3,3	22248	0,27		2,5		3,7	2,5
21318	0,19		3,4		5,0	3,3	22252	0,26		2,6		3,9	2,5
21319	0,19		3,4		5,0	3,3	22256	0,25		2,7		4,0	2,5
21320	0,19		3,7		5,5	3,6	22260	0,25		2,7		4,0	2,5
21322	0,18		3,7		5,5	3,6	22264	0,25		2,7		4,0	2,5
22205	0,22		2,1		3,1	2,0	22308	0,37		1,8		2,7	2,8
22206	0,32		2,1		3,1	2,0	22309	0,37		1,8		2,7	2,8
22207	0,31		2,2		3,3	2,2	22310	0,37		1,8		2,7	2,8
22208	0,37		2,5		3,7	2,5	22311	0,35		1,9		2,9	3,2
22209	0,26		2,5		3,9	2,5	22312	0,35		1,9		2,9	3,2
22210	0,23		2,9		4,4	2,9	22313	0,35		1,9		2,9	3,2
22211	0,23		2,9		4,4	2,9	22314	0,35		1,9		2,9	3,2
22212	0,23		2,9		4,4	2,9	22315	0,35		1,9		2,9	3,2
22213	0,23		2,9		4,4	2,9	22316	0,34		2,0		3,0	3,3
22214	0,23	1	2,9	0,67	4,4	2,9	22317	0,34	1	2,0	0,67	3,0	3,3
22215	0,22		2,9		4,6	2,9	22318	0,34		2,0		3,0	3,3
22216	0,22		2,9		4,6	2,9	22319	0,34		2,0		3,0	3,3
							22320	0,34		2,0		3,0	3,3
22217	0,22		2,9		4,6	2,9							
22218	0,23		2,9		4,4	2,9	22322	0,34		2,0		3,0	3,3
22219	0,23		2,9		4,4	2,9							
							22324	0,34		2,0		3,0	3,3
22220	0,23		2,9		4,4	2,9	22326	0,34		2,0		3,0	3,3
22222	0,25		2,7		4,0	2,6	22328	0,34		2,0		3,0	3,3
22224	0,25		2,7		4,0	2,6							
							22330	0,34		2,0		3,0	3,3
22226	0,26		2,6		3,9	2,6	22332	0,34		2,0		3,0	3,3
22228	0,26		2,6		3,9	2,6	22334	0,34		2,0		3,0	3,3
22230	0,26		2,6		3,9	2,6							
							22336	0,34		2,0		3,0	3,3
22232	0,26		2,6		3,9	2,6	22338	0,34		2,0		3,0	3,3
22234	0,26		2,6		3,9	2,6	22340	0,33		2,0		3,0	3,3
22236	0,26		2,6		3,9	2,6							
							22344	0,31		2,2		3,3	3,6
22238	0,26		2,6		3,9	2,6	22348	0,31		2,2		3,3	3,6
22240	0,26		2,6		3,9	2,6	22352	0,31		2,2		3,3	3,6
22244	0,26		2,6		3,9	2,6	22356	0,30		2,3		3,4	3,6

Tabelul 5.7

Relații de calcul al forțelor la rulmenții radial axiali cu role conice

Tipul montajului	Condiții de încărcare	Sarcini axiale
Montaj în O 	1a $\frac{F_{rI}}{Y_I} \geq \frac{F_{rII}}{Y_{II}}$; $K_a \geq 0$	$F_{aI} = \frac{0{,}5\,F_{rI}}{Y_I}$; $F_{aII} = F_{aI} + K_a$
	1b $\frac{F_{rI}}{Y_I} < \frac{F_{rII}}{Y_{II}}$; $K_a \geq 0{,}5\left(\frac{F_{rII}}{Y_{II}} - \frac{F_{rI}}{Y_I}\right)$	$F_{aI} = \frac{0{,}5\,F_{rI}}{Y_I}$; $F_{aII} = F_{aI} + K_a$
Montaj în X 	1c $\frac{F_{rI}}{Y_I} < \frac{F_{rII}}{Y_{II}}$; $K_a < 0{,}5\left(\frac{F_{rII}}{Y_{II}} - \frac{F_{rI}}{Y_I}\right)$	$F_{aI} = F_{aII} - K_a$; $F_{aII} = \frac{0{,}5\,F_{rII}}{Y_{II}}$

Tipul montajului	Condiții de încărcare	Sarcini axiale
Montaj în O 	2a $\frac{F_{rI}}{Y_I} \leq \frac{F_{rII}}{Y_{II}}$; $K_a \geq 0$	$F_{aI} = F_{aII} + K_a$; $F_{aII} = \frac{0{,}5\,F_{rII}}{Y_{II}}$
Montaj în X 	2b $\frac{F_{rI}}{Y_I} > \frac{F_{rII}}{Y_{II}}$; $K_a \geq 0{,}5\left(\frac{F_{rI}}{Y_I} - \frac{F_{rII}}{Y_{II}}\right)$	$F_{aI} = F_{aII} + K_a$; $F_{aI} = \frac{0{,}5\,F_{rII}}{Y_{II}}$
	2c $\frac{F_{rI}}{Y_I} > \frac{F_{rII}}{Y_{II}}$; $K_a < 0{,}5\left(\frac{F_{rI}}{Y_I} - \frac{F_{rII}}{Y_{II}}\right)$	$F_{aI} = \frac{0{,}5\,F_{rI}}{Y_I}$; $F_{aII} = F_{aI} + K_a$

Raportul C/P cît și durabilitatea L_{10} exprimată în milioane de rotații pot fi determinate grafic în funcție de L_{10h} și n utilizînd nomograma din figura 5.3.

Fiind cunoscute sarcina dinamică echivalentă P și raportul C/P, se poate calcula capacitatea dinamică necesară a rulmentului. Din tabelele 5.10 . . . 5.20 se alege rulmentul potrivit care are capacitatea dinamică de catalog superioară capacității dinamice calculate.

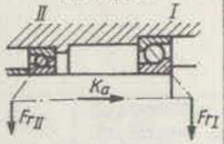
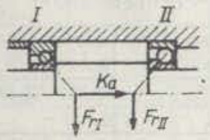
Clasa de utilizare a fiecărei tipo-dimensiuni de rulment este indicată printr-un semn care figurează în dreapta simbolului:

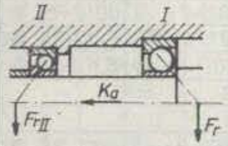
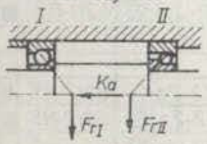
- □ pentru rulmenți din clasa I, recomandați a fi folosiți cu precădere;
- ○ pentru rulmenți din clasa a II-a, care pot fi utilizați numai atunci cînd, din motive bine justificate tehnic, nu se pot utiliza rulmenți din clasa de utilizare I.
- ● pentru rulmenți din clasa a III-a, care sînt nerecomandați și pot fi utilizați numai atunci cînd nu se pot utiliza rulmenți din clasele de utilizare I sau II.

Rulmenții care nu sînt incadrați în aceste clase de utilizare (nu au nici un semn suplimentar lîngă simbol) pot fi utilizați în cazuri cu totul excepționale.

Tabelul 5.8

Relații de calcul al forțelor pe rulmenții radial-axiali cu bile

Tipul montajului	Condiții de încărcare	Sarcini axiale
Montaj în O 	1a $e_I F_{rI} \geq e_{II} F_{rII}$; $K_a \geq 0$	$F_{aI} = e_I F_{rI}$; $F_{aII} = F_{aI} + K_a$
	1b $e_I F_{rI} < e_{II} F_{rII}$; $K_a > e_{II} F_{rII} - e_I F_{rI}$	$F_{aI} = e_I F_{rI}$; $F_{aII} = F_{aI} + K_a$
Montaj în X 	1c $e_I F_{rI} < e_{II} F_{rII}$; $K_a < e_{II} F_{rII} - e_I F_{rI}$	$F_{aI} = F_{aII} - K_a$; $F_{aII} = e_{II} F_{rII}$

Tipul montajului	Condiții de încărcare	Sarcini axiale
Montaj în O 	2a $e_I F_{rI} \leq e_{II} F_{rII}$; $K_a \geq 0$	$F_{aI} = F_{aII} + K_a$; $F_{aII} = e_{II} F_{rII}$
	2b $e_I F_{rI} > e_{II} F_{rII}$; $K_a \geq e_I F_{rI} - e_{II} F_{rII}$	$F_{aI} = F_{aII} + K_a$; $F_{aII} = e_{II} F_{rII}$
Montaj în X 	2c $e_I F_{rI} > e_{II} F_{rII}$; $K_a < e_I F_{rI} - e_{II} F_{rII}$	$F_{aI} = e_I F_{rI}$; $F_{aII} = F_{aI} - K_a$

Tabelul 5.9

Durabilitatea nominală L_{10h} pentru diferite tipuri de utilaje

Tipul utilajului	Durabilitatea L_{10h} ore
Mașini cu funcționare intermitentă sau de scurtă durată a căror scoatere accidentală din funcționare nu are o importanță deosebită: scule manuale, aparate casnice, mașini agricole, macarale de montare sau de turnătorie	4.000 ... 8.000
Mașini cu funcționare intermitentă pentru care trebuie evitată scoaterea accidentală din funcționare: motoare electrice de uz casnic, motoare electrice destinate exploatării în agricultură, transportoare cu bandă, ascensoare	8.000 ... 12.000
Mașini prevăzute să funcționeze 8 ore pe zi și avînd o funcționare intermitentă: — reductoare de viteză de uz general — motoare electrice staționare	 12.000 ... 20.000 16.000 ... 24.000

Tabelul 5.9 (continuare)

Tipul utilajului	Durabilitatea L_{10h} ore
Mașini prevăzute să funcționeze 8 ore pe zi și avînd o funcționare continuă: mașini-unelte, mașini pentru prelucrarea lemnului, ventilatoare	20.000 ... 30.000
Mașini cu funcționare continuă (24 ore pe zi): compresoare, pompe, motoare electrice staționare, ascensoare de mină	50.000 ... 60.000
Echipament naval: lagărele elicei, motoare electrice de propulsie	60.000 ... 100.000
Mașini cu funcționare continuă (24 ore pe zi) ce trebuie să aibă o mare fiabilitate în funcționare: mașini pentru fabricația celulozei și hîrtiei, centrale electrice, stații de pompare, pompe de mină	> 100.000

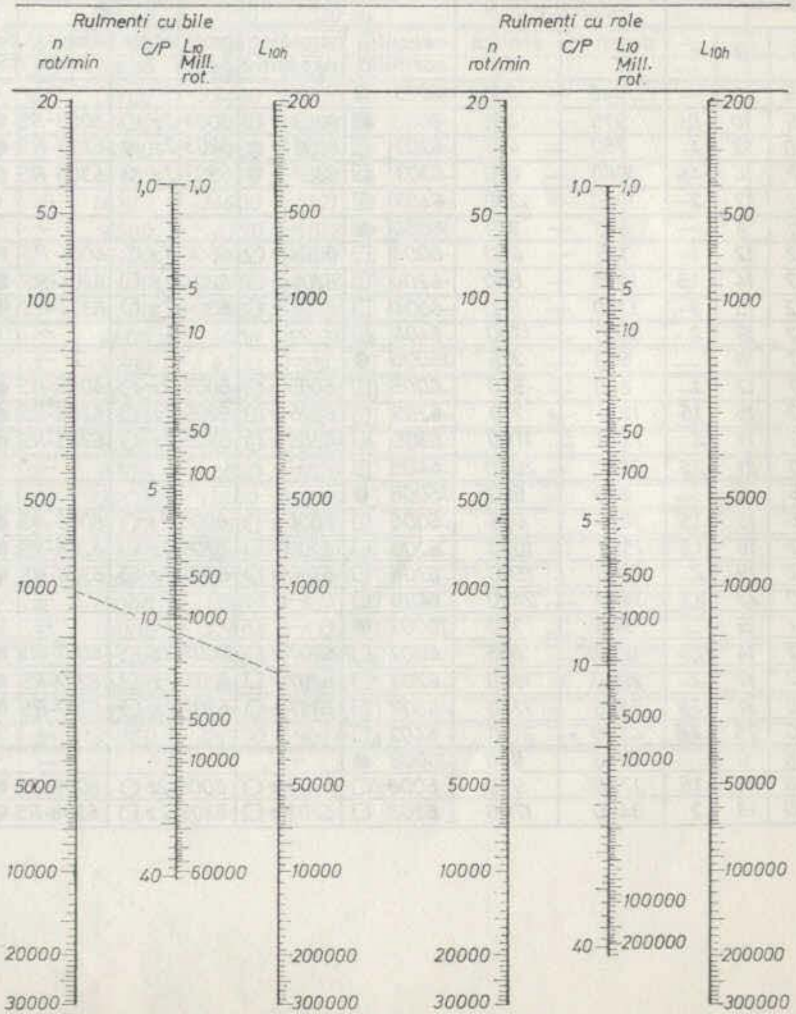
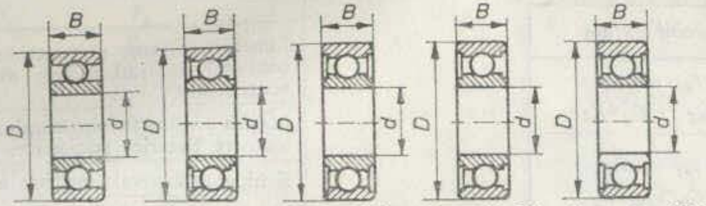


Fig. 5.3. Nomogramă pentru stabilirea raportului C/P și a durabilității nominale L_{10} la rulmenții cu bile sau role.

Caracteristicile rulmenților radiali cu bile pe un rînd cu cale de rulare adîncă (extras STAS 3041/1...-68)

Dimensiuni d = 17....70 mm



Execuție z   Execuție 2z   Execuție RS   Execuție 2RS

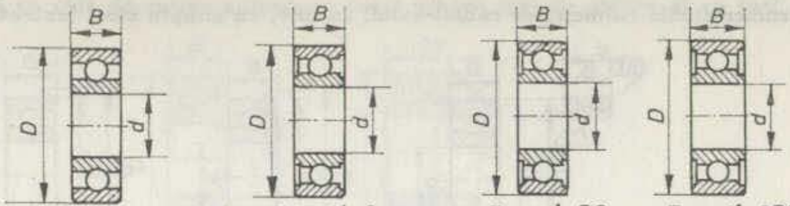
Tabelul 5.10

Dimensiuni-mm				Capacitate de încărcare daN		Simbolul rulmentului				
d	D	B	r	dinamică C	statică C_0	execuție normală	protejat pe o parte z	protejat pe 2 părți 2z	etanșat pe o parte RS	etanșat pe 2 părți 2RS
17	35	8		440	255	16003 ●	—	—	—	—
	35	10	0,5	975	285	6003 □	6003-z ○	6003-2z ○	6003-RS ●	6003-2RS ●
	40	12	1	750	455	6203 □	6203-z ●	6203-2z ●	6203-RS ●	6203-2RS ●
	47	14	1,5	1060	670	6303 □	6303-z ●	6303-2z ●	6303-RS ●	6303-2RS ●
	62	17	2	1800	1200	6403 □	—	—	—	—
20	42	8		510	310	16004 ●	—	—	—	—
	42	12	1	735	450	6004 □	6004-z ○	6004-2z ○	6004-RS ●	6004-2RS ●
	47	14	1,5	1000	630	6204 □	6204-z □	6204-2z □	6204-RS ●	6204-2RS ●
	52	15	2	1250	800	6304 □	6304-z ○	6304-2z ○	6304-RS ●	6304-2RS ●
	72	19	2	8400	1700	6404 □	—	—	—	—
25	47	8		570	375	16005 ●	—	—	—	—
	47	12	1	880	570	6005 □	6005-z ○	6005-2z ○	6005-RS ●	6005-2RS ●
	52	15	1,5	1100	710	6205 □	6205-z □	6205-2z □	6205-RS ●	6205-2RS ●
	62	17	2	1760	1160	6305 □	6305-z ○	6305-2z ○	6305-RS ●	6305-2RS ●
	80	21	2,5	2800	2000	6405 □	—	—	—	—
30	55	9		880	600	16006 ●	—	—	—	—
	55	13	1,5	1040	695	6006 □	6006-z ○	6006-2z ○	6006-RS ●	6006-2RS ●
	62	16	1,5	1530	1020	6206 □	6206-z □	6206-2z □	6206-RS ●	6206-2RS ●
	72	19	2	2200	1500	6306 □	6306-z ○	6306-2z ○	6306-RS ●	6306-2RS ●
	90	23	2,5	3400	2450	6406 □	—	—	—	—
35	62	9		965	710	16007 ●	—	—	—	—
	62	14	1,5	1250	865	6007 □	6007-z ○	6007-2z ○	6007-RS ●	6007-2RS ●
	72	17	2	2000	1500	6207 □	6207-z □	6207-2z □	6207-RS ●	6207-2RS ●
	80	21	2,5	2600	1760	6307 □	6307-z ○	6307-2z ○	6307-RS ●	6307-2RS ●
	100	25	2,5	4300	3150	6407 □	—	—	—	—
40	68	9		1040	800	16008 ●	—	—	—	—
	68	15	1,5	1320	950	6008 □	6008-z ○	6008-2z ○	6008-RS ●	6008-2RS ●
	80	18	2	3400	1700	6208 □	6208-z □	6208-2z □	6208-RS ●	6208-2RS ●

Tabelul 5.10 (continuare)

Dimensiuni-mm				Capacitate de încărcare daN		Simbolul rulmentului				
d	D	B	r	dinamică C	statică C_0	execuție normală	protejat pe o parte z	protejat pe 2 părți 2z	etanșat pe o parte RS	etanșat pe 2 părți 2RS
40	90	23	2,5	3200	2280	6308 □	6308-z ○	6308-2z ○	6308-RS ●	6308-2RS ●
	110	27	3	5000	3750	6408 □	—	—	—	—
45	75	10		1220	950	16009 ●	—	—	—	—
	75	16	1,5	1660	1250	6009 □	6009-z ○	6009-2z ○	6009-RS ●	6009-2RS ●
	85	19	2	2600	1900	6209 □	6209-z □	6209-2z □	6209-RS ●	6209-2RS ●
	100	25	2,5	4150	3050	6309 □	6309-z ○	6309-2z ○	6309-RS ●	6309-2RS ●
	120	29	3	6000	4650	6409 □	—	—	—	—
50	80	10		1270	1020	16010 ●	—	—	—	—
	80	16	1,5	1700	1340	6010 □	6010-z ○	6010-2z ○	6010-RS ●	6010-2RS ●
	90	20	2	2750	2000	6210 □	6210-z □	6210-2z □	6210-RS ●	6210-2RS ●
	110	27	3	4800	3650	6310 □	6310-z ○	6310-2z ○	6310-RS ●	6310-2RS ●
	130	31	3,5	6800	5300	6410 □	—	—	—	—
55	90	11		1530	1250	16011 ●	—	—	—	—
	90	19	2	2200	1730	6011 □	6011-z ○	6011-2z ○	6011-RS ●	6011-2RS ●
	100	21	2,5	3400	2550	6211 □	6211-z □	6211-2z □	6211-RS ●	6211-2RS ●
	120	29	3	5600	4250	6311 □	6311-z ○	6311-2z ○	6311-RS ●	6311-2RS ●
	140	33	3,5	7800	6400	6411 □	—	—	—	—
60	95	11		1580	1340	16012 ●	—	—	—	—
	95	18	2	2320	1850	6012 □	6012-z ○	6012-2z ○	6012-RS ●	6012-2RS ●
	110	22	2,5	3750	2850	6212 □	6212-z ○	6212-2z □	6212-RS ●	6212-2RS ●
	130	31	3,5	6400	4900	6312 □	6312-z ○	6312-2z ○	—	—
	150	35	3,5	8500	7100	6412 □	—	—	—	—
65	100	11		1650	1500	16013 ●	—	—	—	—
	100	18	2	2400	2000	6013 □	6013-z ○	6013-2z ○	—	—
	120	23	2,5	4400	3450	6213 □	6213-z ○	6213-2z □	6213-RS ●	6213-2RS ●
	140	33	3,5	7200	5700	6313 □	6313-z ○	6313-2z ○	—	—
	160	37	3,5	9300	8000	6413 □	—	—	—	—
70	110	13		2200	1930	16014 ●	—	—	—	—

Dimensiuni d=70....150 mm



Execuție z Execuție 2z Execuție RS Execuție 2RS

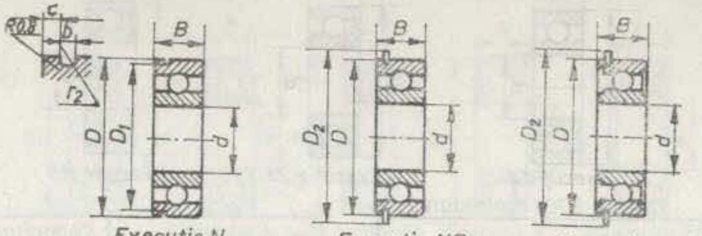
Tabelul 5.10 (continuare)

Dimensiuni – mm				Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului				
d	D	B	r	dinamică C	statică C_0	execuție normală	protejat pe o parte	protejat pe 2 părți 2z	etanșat pe o parte RS	etanșat pe 2 părți 2RS
70	110	20	2	3000	2500	6014 □	6014-z ○	6014-2z ○	—	—
	125	24	2,5	4800	3800	6214 □	6214-z ○	6214-2z ○	—	—
	150	35	3,5	8150	6400	6314 □	6314-z ○	6314-2z ○	—	—
	180	42	4	11200	10600	6414 □	—	—	—	—
75	115	13		2240	2040	16015 ●	—	—	—	—
	115	20	2	3100	2650	6015 □	6015-z ○	6015-2z ○	—	—
	130	25	2,5	5200	4150	6215 □	6215-z ○	6215-2z ○	—	—
	160	37	3,5	8800	7350	6315 □	—	—	—	—
	190	45	4	12000	11600	6415 □	—	—	—	—
80	125	14		2600	2400	16016 ●	—	—	—	—
	125	22	2	3750	3200	6016 □	6016-z ○	6016-2z ○	—	—
	140	26	3	5700	4500	6216 □	6215-z ○	6216-2z ○	—	—
	170	33	3,5	9650	8150	6316 □	—	—	—	—
	200	48	4	12900	12700	6416 □	—	—	—	—
85	130	14		2650	2550	16017 ●	—	—	—	—
	130	22	2	3900	3400	6017 □	—	—	—	—
	150	28	3	6550	5400	6217 □	—	—	—	—
	180	41	4	10400	9150	6317 □	—	—	—	—
	210	52	5	13700	13700	6417 □	—	—	—	—
90	140	16		3250	3000	16018 ●	—	—	—	—
	140	24	2,5	4550	4000	6018 □	—	—	—	—
	170	30	3	7500	6200	6218 □	—	—	—	—
	190	43	4	11200	10000	6318 □	—	—	—	—
	225	54	5	15300	16600	6418 □	—	—	—	—
95	145	16		3300	3250	16019 ●	—	—	—	—
	145	24		4750	4250	6019 ●	—	—	—	—
	170	32		8500	7100	6219 ●	—	—	—	—
	200	45		12000	11200	6319 ●	—	—	—	—

Tabelul 5.10 (continuare)

Dimensiuni – mm				Capacitatea de încărcare da N.		Simbolul rulmentului				
d	D	B	r	dinamică C	statică C_0	execuție normală	protejat pe o parte z	protejat pe 2 părți 2z	etanșat pe o parte RS	etanșat pe 2 părți 2RS
100	150	16		3450	3350	16020 ●	—	—	—	—
	150	24	2,5	4750	4250	6020 □	—	—	—	—
	180	34	3,5	9650	8000	6220 □	—	—	—	—
	215	47	4	13700	13400	6320 □	—	—	—	—
105	160	18		3450	3350	16021 ●	—	—	—	—
	160	26		5700	5200	6021 ●	—	—	—	—
	190	36		10400	9150	6221 ●	—	—	—	—
	225	49		14300	14600	6321 ●	—	—	—	—
110	170	13		4500	4300	16022 ●	—	—	—	—
	170	28	3	6400	5850	6022 □	—	—	—	—
	200	38	3,5	11400	10200	6222 □	—	—	—	—
	240	50	4	16000	17000	6322 □	—	—	—	—
120	180	19		4800	4800	16024 ●	—	—	—	—
	180	28	3	6700	6200	6024 □	—	—	—	—
	215	40	3,5	11400	10200	6224 □	—	—	—	—
	260	55	4	16300	17000	6324 □	—	—	—	—
130	200	22		6200	6200	16026 ●	—	—	—	—
	200	33	3	8300	8000	6026 □	—	—	—	—
	230	40	4	12200	11400	6226 □	—	—	—	—
	280	58	5	18000	19600	6326 □	—	—	—	—
140	210	22		6300	6550	1602z ●	—	—	—	—
	210	33	3	8650	8500	602z □	—	—	—	—
	250	42	4	12000	12500	622z □	—	—	—	—
	300	62	5	20000	22800	632z □	—	—	—	—
150	225	24		7200	7500	16030 ●	—	—	—	—
	225	35	3,5	9800	9800	6030 □	—	—	—	—
	270	45	4	13700	14000	6230 □	—	—	—	—
	320	65	5	21000	25500	6330 □	—	—	—	—

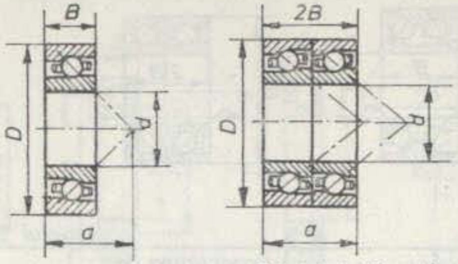
Caracteristicile rulmenților radial-axiali cu bile, cu simplu efect (extras STAS 7416/1,2-69)



Tabelul 5.11

Dimensiuni-mm			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului		
d	D	B	dinamică C	statică C_0	cu canal pentru inel de oprire N	cu inel de oprire NR	cu inel oprire și șaibă protecție zNR
20	47	14	1000	630	6204 N □	6204 NR □	6204 zNR □
	52	15	1250	800	6304 N □	6304 NR □	6304 zNR ○
25	52	15	1100	710	6205 N □	6205 NR □	6205 zNR □
	62	17	1760	1160	6305 N □	6305 NR □	6305 zNR ○
30	62	16	1530	1020	6206 N □	6206 NR □	6206 zNR □
	72	19	2200	1500	6306 N □	6306 NR □	6306 zNR ○
35	72	17	2000	1400	6207 N □	6207 NR □	6207 zNR □
	80	21	2600	1700	6307 N □	6307 NR □	6307 zNR ○
40	80	18	2400	1700	6208 N □	6208 NR □	6208 zNR □
	90	23	3200	2280	6308 N □	6308 NR □	6308 zNR ○
45	85	19	2600	1900	6209 N □	6209 NR □	6209 zNR □
	100	25	4150	3050	6309 N □	6309 NR □	6309 zNR ○
50	90	20	2750	2000	6210 N □	6210 NR □	6210 zNR □
	110	27	4800	3650	6310 N □	6310 NR □	6310 zNR ○
55	100	21	3400	2650	6211 N □	6211 NR □	6211 zNR □
	120	23	5600	4250	6311 N □	6311 NR □	6311 zNR ○
60	110	22	3750	2850	6212 N □	6212 NR □	6212 zNR ○
	130	31	6400	4900	6312 N □	6312 NR □	6312 zNR ○
65	120	23	4400	3450	6213 N □	6213 NR □	6213 zNR ○
	140	33	7200	5700	6313 N □	6313 NR □	6313 zNR ○
70	125	24	4800	3800	6214 N □	6214 NR □	6214 zNR ○
	150	35	8150	6400	6314 N □	6314 NR □	6314 zNR ○
75	130	25	5200	4150	6215 N □	6215 NR □	6215 zNR ○
	150	51	8800	7350	6315 N □	6315 NR □	—
80	140	26	5700	4550	6216 N □	6216 NR □	6216zNR ○
	170	39	9650	8150	6316 N □	6316 NR □	—
85	150	28	6550	5400	6217 N ○	6217 NR ○	—
	180	41	10400	9150	6317 N ○	6317 NR ○	—

Caracteristicile rulmenților radiali cu bile pe un rînd cu cale de rulare adîncă cu canal pentru inel de oprire și cu inel de oprire (extras STAS 3041/3,4-68)



Tabelul 5.12

Dimensiuni - mm			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului	
d	D	B	dinamică C	statică C_0		
17	40	12	780	480	7203 B	○
	40	24	1270	965	7203 B-WT	○
	47	14	1250	780	7303 B	○
	47	28	2040	1560	7303 B-WT	○
20	47	14	1040	670	7204 B	○
	47	28	1700	1320	7204 B-WT	○
	52	25	1500	965	7304 B	○
	52	30	2400	1930	7304 B-WT	○
25	52	15	1160	780	7205 B	○
	52	30	1900	1560	7205 B-WT	○
	62	17	2040	1370	7305 B	○
	62	34	3350	2750	7305 B-WT	○
30	62	16	1600	1120	7205 B	○
	62	32	2600	2240	7206 B-WT	○
	72	19	2550	1800	7306 B	○
	72	38	4150	3560	7306 B-WT	○
35	72	17	4120	1530	7207 B	○
	72	34	3450	3050	7207 B-WT	○
	80	21	3100	2200	7307 B	○
	80	42	5000	4400	7307 B-WT	○
40	80	18	2500	1900	7208 B	○
	80	36	4050	3800	7208 B-WT	○
	90	23	3900	2850	7308 B	○
	90	46	6300	5700	7308 B-WT	○
45	85	19	2850	2160	7209 B	○
	85	38	4550	4300	7209 B-WT	○
	100	25	4650	3550	7309 B	○
	100	50	7650	6950	7309 B-WT	○

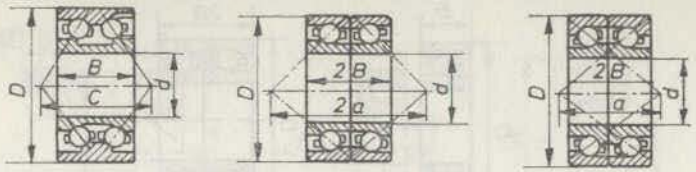
Tabelul 5.12 (continuare)

Dimensiuni - mm			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului	
d	D	B	dinamică C	statică C_0		
50	90	20	2900	2320	7210 B	○
	90	40	4750	4650	7210 B-WT	○
	110	27	5500	4250	7310 B	○
	110	54	9000	8500	7310 B-WT	○
55	100	21	3550	2900	7211 B	○
	100	42	5850	5850	7211 B-WT	○
	120	29	6200	4900	7311 B	○
	120	58	10000	9800	7311 B-WT	○
60	110	22	4400	3600	7212 B	○
	110	44	7100	7200	7212 B-WT	○
	130	51	7100	5700	7312 B	○
	130	62	11400	11400	7312 B-WT	○
65	120	23	5000	4240	7213 B	○
	120	46	8150	8600	7213 B-WT	○
	140	33	8000	6550	7313 B	○
	140	66	12900	12900	7313 B-WT	○
70	125	24	5200	4400	7214 B	○
	125	48	8500	8800	7214 B-WT	○
	150	35	9000	7350	7214 B	○
	150	70	14600	15000	7314 B-WT	○
75	130	25	5400	4650	7215 B	○
	130	50	8800	9300	7215 B-WT	○
	160	37	10000	8650	7315 B	○
	160	74	16300	17300	7315 B-WT	○
80	140	26	6300	5600	7215 B	○
	140	52	10200	11200	7216 B-WT	○
	170	39	11000	10000	7316 B	○
	170	78	18000	20000	7316 B-WT	○

Tabelul 5.12 (continuare)

Dimensiuni - mm			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului	
d	D	B	dinamică C	statică C_0		
85	150	28	6800	6000	7217 B	○
	150	36	11000	12000	7217 B-WT	○
	180	41	11800	11000	7317 B	○
	180	82	19300	22000	7317 B-WT	○
90	160	30	8000	7100	7218 B	○
	160	60	12900	14300	7218 B-WT	○
	190	43	12700	12200	7318 B	○
	190	86	20400	24500	7318 B-WT	○
95	170	32	9150	8150	7219 B	○
	170	64	14600	16300	7219 B-WT	○
	200	45	13400	13200	7319 B	○
	200	90	22000	26500	7319 B-WT	○
100	180	34	10200	9300	7220 B	○
	180	68	16600	18600	7220 B-WT	○
	215	47	15300	15600	7320 B	○
	215	94	24500	31500	7320 B-WT	○
110	200	38	12000	11800	7222 B	○
	200	76	19600	23600	7222 B-WT	○
	240	50	17600	19600	7322 B	○
	240	100	29000	39000	7322 B-WT	○

Caracteristicile rulmenţilor radial-axiali cu bile, cu dublu efect



Tabelul 5.13

Dimensiuni-mm			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului	
d	D	B 2B	dinamică C	statică C_0		
20	47	20,6	1630	1320	3204	O
	47	28	1700	1320	7204 B-WF	O
					7204 B-WB	O
	52	22,2	1900	1560	3304	O
	52	30	2400	1930	7304 B-WF	O
					7304 B-WB	O
25	52	20,6	1800	1560	3205	O
	52	30	1900	1560	7205 B-WF	O
					7205 B-WB	O
	62	25,4	2600	2240	3305	O
	62	34	3350	2750	7305 B-WF	O
					7305 B-WB	O
30	62	23,8	2450	2200	3206	O
	62	32	2600	2240	7206 B-WF	O
					7206 B-WB	O
	72	30,2	3350	3050	3306	O
	72	38	4150	3550	7306 B-WF	O
					7306 B-WB	O
35	72	27	3450	3250	3207	O
	72	34	3450	3050	7207 B-WF	O
					7207 B-WB	O
	80	34,9	4400	4000	3307	O
	80	42	5000	4400	7307 B-WF	O
					7307 B-WB	O
40	80	30,2	3800	3550	3208	O
	80	36	4050	3800	7208 B-WF	O
					7208 B-WB	O
	90	36,5	5400	5200	3308	O

Tabelul 5.13 (continuare)

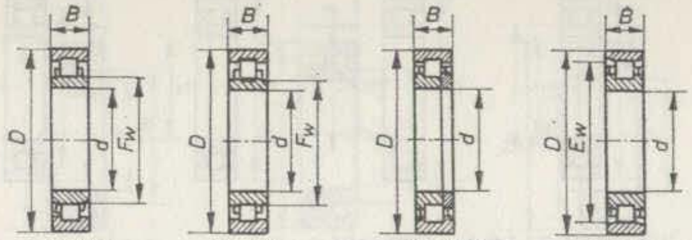
Dimensiuni-mm			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului	
d	D	B 2B	dinamică C	statică C_0		
40	90	46	6300	5700	7308 B-WF	O
					7308 B-WB	O
45	85	30,2	4300	4300	3209	O
	85	38	4550	4300	7209 B-WF	O
					7209 B-WB	O
	100	39,7	6550	6550	3309	O
	100	50	7650	6950	7309 B-WF	O
					7309 B-WB	O
50	90	30,2	4550	4550	3210	O
	90	40	4750	4650	7210 B-WF	O
					7210 B-WB	O
	110	44,4	8000	8000	3310	O
	110	34	9000	8500	7310 B-WF	O
					7310 B-WB	O
55	100	33,3	5000	5300	3211	O
	100	42	5850	5850	7211 B-WF	O
					7211 B-WB	O
	120	49,2	9150	9300	3311	O
	120	58	10000	9800	7311 B-WF	O
					7311 B-WB	O
60	110	36,5	5850	6200	3212	O
	110	44	7100	7200	7212 B-WF	O
					7212 B-WB	O
	130	54	10400	11000	3312	O
	130	62	11400	11400	7312 B-WF	O
					7312 B-WB	O
65	120	38,1	6950	7500	3213	O
	120	46	8150	8500	7213 B-WF	O

Tabelul 5.13 (continuare)

Dimensiuni-mm			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului	
d	D	B 2B	dinamică C	statică C_0		
65	120	46	8150	8500	7213 B-WB	O
	140	58,5	12000	12700	3313	O
	140	68	12900	12900	7313 B-WF	O
					7313 B-WB	O
70	125	39,7	7650	8300	3214	O
	125	48	8500	8800	7214 B-WF	O
					7214 B-WB	O
	150	63,5	13200	14300	3314	O
	150	70	14600	15000	7314 B-WF	O
					7314 B-WB	O
75	130	41,3	8000	8800	3215	O
	130	50	8800	9300	7215 B-WF	O
					7215 B-WB	O
	160	68,3	15000	16300	3315	O
	160	74	16500	17300	7315 B-WF	O
					7315 B-WB	O
80	140	44,4	8800	10000	3216	O
	140	52	10200	11200	7216 B-WF	O
					7216 B-WB	O
	170	68,3	16300	18000	3316	O
	170	78	18000	20000	7316 B-WF	O
					7316 B-WB	O
85	150	49,2	10000	11200	3217	O
	150	56	11000	12000	7217 B-WF	O
					7217 B-WB	O
	180	73	18300	20800	3317	O
	180	82	19300	22000	7317 B-WF	O
					7317 B-WB	O

Caracteristicile rulmenților radiali cu role cilindrice pe un rînd (extras STAS 3043/1...6-68)

Dimensiuni d = 17..... 65 mm



Tip NU   Tip NJ   Tip NUP   Tip N

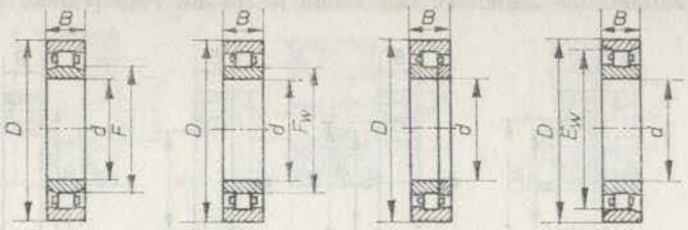
Tabelul 5.14

Dimensiuni - mm					Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului			
d	D	B	r	r_1	dinamică C	statică C_0	tip NU	tip NJ	tip NUP	tip N
17	40	12	1	0,5	1000	530	NU 203	NJ 203	NUP 203	N 203
	40	16	1	0,5	1430	830	NU 2203	NJ 2203	NUP 2203	N 2203
	47	14	1,5	1	1550	850	NU 303	NJ 303	NUP 303	N 303
20	47	14	1,5	1	1340	720	NU 204 □	NJ 204 □	NUP 204 ○	N 204 ●
	47	18	1,5	1	1800	1080	NU 2204 ○	NJ 2204 ○	NUP 2204 ○	—
	52	15	2	1	2040	1140	NU 304 □	NJ 304 □	NUP 304 ○	N 304 ●
	52	21	2	1	3000	1800	NU 2304 ○	NJ 2304 ○	NUP 2304 ○	—
25	47	12			1140	630	NU 1005 ○	—	—	—
	52	15	1,5	1	1530	865	NU 205 □	NJ 205 □	NUP 205 ○	N 205 ●
	52	18	1,5	1	2120	1290	NU 2205 ○	NJ 2205 ○	NUP 2205 ○	—
	62	17	2	2	2600	1500	NU 305 □	NJ 305 □	NUP 305 ○	N 305 ●
	80	21	2,5	2,5	4000	2300	NU 405	NJ 405	NUP 405	N 405
30	55	13			1460	830	NU 1006 ○	—	—	—
	62	16	1,5	1	2080	1180	NU 206 □	NJ 206 □	NUP 206 ○	N 206 ●
	62	20	1,5	1	3000	1900	NU 2206 ○	NJ 2206 ○	NUP 2206 ○	—
	72	19	2	2	3450	2040	NU 306 □	NJ 306 □	NUP 306 ○	N 306 ●
	72	27	2	2	4650	3050	NU 2306 □	NJ 2306 □	NUP 2306 □	—
	90	23	2,5	2,5	5500	3350	NU 406 ○	NJ 406 ○	NUP 406 ○	N 406
35	62	14			1800	1080	NU 1007 ○	—	—	—
	72	17	2	1	3000	1800	NU 207 □	NJ 207 □	NUP 207 ○	N 207 ●
	72	23	2	1	4500	3000	NU 2207 ○	NJ 2207 ○	NUP 2207 ○	—
	80	21	2,5	2	4300	2600	NU 307 □	NJ 307 □	NUP 307 ○	N 307 ●
	80	31	2,5	2	5700	3800	NU 2307 □	NJ 2307 □	NUP 2307 □	—
	100	25	2,5	2,5	6950	4300	NU 407 ○	NJ 407 ○	NUP 407 ○	N 407
40	68	15			2080	1270	NU 1008 ○	—	—	—
	80	18	2	2	2000	2450	NU 208 □	NJ 208 □	NUP 208 ○	N 208 ●
	80	23	2	2	5300	3600	NU 2208 ○	NJ 2208 ○	NUP 2208 ○	—
	90	23	2,5	2,5	5100	3150	NU 308 □	NJ 308 □	NUP 308 ○	N 308 ●
	90	33	2,5	2,5	7350	5100	NU 2308 □	NJ 2308 □	NUP 2308 □	—
	100	27	3	3	8500	5300	NU 408 ○	NJ 408 ○	NUP 408 ○	N 408
45	75	16			2500	1600	NU 1009 ○	—	—	—
	85	19	2	2	4150	2800	NU 209 □	NJ 209 □	NUP 209 ○	N 209 ●

Tabelul 5.14 (continuare)

Dimensiuni - mm					Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului			
d	D	B	r	r_1	dinamică C	statică C_0	tip NU	tip NJ	tip NUP	tip N
45	85	73	2	2	5600	3900	NU 2209 ○	NJ 2209 ○	NUP 2209 ○	—
	100	25	2,5	2,5	6950	4400	NU 309 □	NJ 309 □	NUP 309 ○	N 309 ●
	100	36	2,5	2,5	9500	6700	NU 2309 □	NJ 2309 □	NUP 2309 □	—
	120	29	3	3	10200	6550	NU 409 ○	NJ 409 ○	NUP 409 ○	N 409
50	80	16			2700	1800	NU 1010 ○	—	—	—
	90	20	2	2	4300	2800	NU 210 □	NJ 210 □	NUP 210 ○	N 210 ●
	90	23	2	2	5850	4150	NU 2210 ○	NJ 2210 ○	NUP 2210 ○	—
	110	27	3	3	8500	5600	NU 310 □	NJ 310 □	NUP 310 ○	N 310 ●
	110	40	3	3	11800	8650	NU 2310 □	NJ 2310 □	NUP 2310 □	—
	130	31	3,5	3,5	12500	8300	NU 410 ○	NJ 410 ○	NUP 410 ○	N 410
55	90	18			3200	2160	NU 1011 ○	—	—	—
	100	21	2,5	2	5000	3250	NU 211 □	NJ 211 □	NUP 211 ○	N 211 ●
	100	25	2,5	2	6700	4750	NU 2211 ○	NJ 2211 ○	NUP 2211 ○	—
	120	29	3	3	9800	6400	NU 311 □	NJ 311 □	NUP 311 ○	N 311 ●
	120	43	3	3	13400	9500	NU 2311 □	NJ 2311 □	NUP 2311 □	—
	140	33	3,5	3,5	12700	8300	NU 411 ○	NJ 411 ○	NUP 411 ○	N 411
60	95	18			3250	2280	NU 1012 ○	—	—	—
	110	22	2,5	2,5	6300	4250	NU 212 □	NJ 212 □	NUP 212 ○	N 212 ●
	110	28	2,5	2,5	9000	6800	NU 2212 ○	NJ 2212 ○	NUP 2212 ○	—
	130	31	3,5	3,5	11000	7200	NU 312 □	NJ 312 □	NUP 312 ○	N 312 ●
	130	46	3,5	3,5	15300	11000	NU 2312 □	NJ 2312 □	NUP 2312 □	—
	150	35	3,5	3,5	15300	10000	NU 412 ○	NJ 412 ○	NUP 412 ○	N 412
65	100	18			3400	2400	NU 1013 ○	—	—	—
	120	23	2,5	2,5	7350	5000	NU 213 □	NJ 213 □	NUP 213 ○	N 213 ●
	120	31	2,5	2,5	10800	8300	NU 2213 ○	NJ 2213 ○	NUP 2213 ○	—
	140	33	3,5	3,5	12200	8150	NU 313 □	NJ 313 □	NUP 313 ○	N 313 ●
	140	48	3,5	3,5	17300	12700	NU 2313 ○	NJ 2313 ○	NUP 2313 ○	—
	160	37	3,5	3,5	17600	12200	NU 413 ○	NJ 413 ○	NUP 413 ○	N 413

Dimensiuni d = 70 .....140 mm



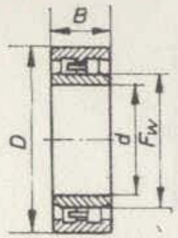
Tabelul 5.14 (continuare)

Dimensiuni — mm					Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului			
d	D	B	r	r_1	dinamic C	static C_0	tip NU	tip NJ	tip NUP	tip N
70	110	20			5000	3550	NU 1014 ○	—	—	—
	125	24	2,5	2,5	7350	5000	NU 214 □	NJ 214 □	NUP 214 ○	N 214 ●
	125	31	2,5	2,5	10800	8300	NU 2214 ○	NJ 2214 ○	NUP 2214 ○	—
	150	35	3,5	3,5	14300	9800	NU 314 □	NJ 314 □	NUP 314 ○	N 314 ●
	150	51	3,5	3,5	20500	15600	NU 2314 ○	NJ 2314 ○	NUP 2314 ○	—
	180	42	4	4	21600	15300	NU 414 ○	NJ 414 ○	NUP 414 ○	N 414
75	115	20			5200	3750	NU 1015 ○	—	—	—
	130	25	2,5	2,5	9000	6300	NU 215 □	NJ 215 □	NUP 215 ○	N 215 ●
	130	31	2,5	2,5	12200	9500	NU 2215 ○	NJ 2215 ○	NUP 2215 ○	—
	160	37	3,5	3,5	17300	12000	NU 315 □	NJ 315 □	NUP 315 ○	N 315 ●
	160	55	3,5	3,5	25000	19600	NU 2315 ○	NJ 2315 ○	NUP 2315 ○	—
	190	45	4	4	23600	16300	NU 415 ○	NJ 415 ○	NUP 415 ○	N 415
80	125	22			6000	4400	NU 1016 ○	—	—	—
	140	26	3	3	9800	6800	NU 216 □	NJ 216 □	NUP 216 ○	N 216 ●
	140	33	3	3	13700	10600	NU 2216 ○	NJ 2216 ○	NUP 2216 ○	—
	170	39	3,5	3,5	17300	12000	NU 316 □	NJ 316 □	NUP 316 ○	N 316 ●
	170	58	3,5	3,5	25000	19600	NU 2316 ○	NJ 2316 ○	NUP 2316 ○	—
	200	48	4	4	27000	19000	NU 416 ○	NJ 416 ○	NUP 416 ○	N 416
85	130	22			6200	17550	NU 1017 ○	—	—	—
	150	28	3	3	11000	7800	NU 217 □	NJ 217 □	NUP 217 ○	N 217 ●
	150	36	3	3	15600	12500	NU 2217 ○	NJ 2217 ○	NUP 2217 ○	—
	180	41	4	4	20400	14600	NU 317 □	NJ 317 □	NUP 317 ○	N 317 ●
	180	60	4	4	29000	22800	NU 2317 ○	NJ 2317 ○	NUP 2317 ○	—
	210	52	5	5	30500	22000	NU 417 ○	NJ 417 ○	NUP 417 ○	N 417
90	140	24			7300	5500	NU 1018 ○	—	— ○	—
	160	30	3	3	13400	7650	NU 218 □	NJ 218 □	NUP 218 ○	N 218 ●
	160	40	3	3	18600	14600	NU 2218 ○	NJ 2218 ○	NUP 2218 ○	—
	190	43	4	4	21600	15300	NU 318 □	NJ 318 □	NUP 318 ○	N 318 ●
	190	64	4	4	30000	23200	NU 2318 ○	NJ 2318 ○	NUP 2318 ○	—
	225	54	5	5	32500	24000	NU 418 ○	NJ 418 ○	NUP 418 ○	N 418
100	150	24			7800	6100	NU 1020 ○	—	—	—
	180	34	3,5	3,5	16600	12200	NU 220 □	NJ 220 □	NUP 220 ○	N 220 ●

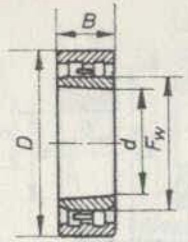
Tabelul 5.14 (continuare)

Dimensiuni — mm					Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului			
d	D	B	r	r_1	dinamic C	static C_0	tip NU	tip NJ	tip NUP	tip N
100	180	46	3,5	3,5	23600	19000	NU 2220 ○	NJ 2220 ○	NUP 2220 ○	—
	215	47	4	4	28500	20800	NU 320 □	NJ 320 □	NUP 320 ○	N 320 ●
	215	73	4	4	42500	34500	NU 2320 ○	NJ 2320 ○	NUP 2320 ○	—
	250	58	5	5	40000	30000	NU 420 ○	NJ 420 ○	NUP 420 ○	N 420
110	170	28			11600	9000	NU 1022 ○	—	—	—
	200	38	3,5	3,5	22000	16300	NU 222 □	NJ 222 □	NUP 222 ○	N 222 ●
	200	53	3,5	3,5	30500	25500	NU 2222 ○	NJ 2222 ○	NUP 2222 ○	—
	240	50	4	4	36500	28000	NU 322 □	NJ 322 □	NUP 322 ○	N 322 ●
	240	80	4	4	56000	47500	NU 2322 ○	NJ 2322 ○	NUP 2322 ○	—
	280	65	5	5	50000	37300	NU 422 ○	NJ 422 ○	NUP 422 ○	N 422
120	180	28			12200	9800	NU 1024 ○	—	—	—
	215	40	3,5	3,5	23600	18000	NU 224 □	NJ 224 □	NUP 224 ○	N 224 ●
	215	58	3,5	3,5	33500	28000	NU 2224 ○	NJ 2224 ○	NUP 2224 ○	—
	260	55	4	4	43000	32000	NU 324 □	NJ 324 □	NUP 324 ○	N 324 ●
	260	88	4	4	65500	55000	NU 2324 ○	NJ 2324 ○	NUP 2324 ○	—
	310	72	6	6	62000	47500	NU 424 ○	NJ 424 ○	NUP 424 ○	N 424
130	200	33			14600	11600	NU 1028 ○	—	—	—
	230	40	4	4	25500	20000	NU 226 □	NJ 226 □	NUP 226 ○	N 226 ●
	230	64	4	4	36500	31500	NU 2226 ○	NJ 2226 ○	NUP 2226 ○	—
	280	58	5	5	50000	39000	NU 326 □	NJ 326 □	NUP 326 ○	N 326 ●
	280	93	5	5	76500	67000	NU 2326 ○	NJ 2326 ○	NUP 2326 ○	—
	340	78	6	6	75000	58500	NU 426 ○	NJ 426 ○	NUP 426 ○	N 426
140	210	33			15600	12700	NU 1028 ○	—	—	—
	250	42	4	4	29000	22800	NU 228 □	NJ 228 □	NUP 228 ○	N 228 ●
	250	68	4	4	42500	37500	NU 2228 ○	NJ 2228 ○	NUP 2228 ○	—
	300	62	5	5	56000	43000	NU 328 □	NJ 328 □	NUP 328 ○	N 328 ●
	300	102	5	5	85000	73500	NU 2328 ○	NJ 2328 ○	NUP 2328 ○	—
	360	82	6	6	81500	63000	NU 428 ○	NJ 428 ○	NUP 428 ○	N 428

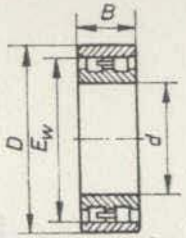
Caracteristicile rulmenților radiali cu role cilindrice pe două rînduri cu alezaj cilindric sau conic (extras STAS 6190/1,2-68)



Seria NNU 49



Seria NNU 49K



Serla NN 30K

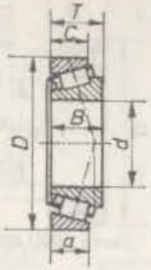
Tabelul 5.15

Dimensiuni-mm			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului	
d	D	B	dinamică C	statică C_0	cu alezaj cilindric	cu alezaj conic
30	55	19	2500	1730	—	NN 3006 K ○
35	62	20	3100	2240	—	NN 3007 K ○
40	68	21	3900	3000	—	NN 3008 K ○
45	75	23	4750	3750	—	NN 3009 K ○
50	80	23	5000	4050	—	NN 3010 K ○
55	90	26	6300	5300	—	NN 3011 K ○
60	95	26	6700	5700	—	NN 3012 K ○
65	100	20	6800	6000	—	NN 3013 K ○
70	110	30	8650	7650	—	NN 3014 K ○
75	115	30	8800	8000	—	NN 3015 K ○
80	125	34	10600	9650	—	NN 3016 K ○
85	130	34	11200	10400	—	NN 3017 K ○
90	140	37	13200	12200	—	NN 3018 K ○
95	145	37	13400	12700	—	NN 3019 K ●
100	150	37	13700	13200	—	NN 3020 K ○
	140	40	11600	12900	NN 4920 ●	NNU 4920 K ●
105	160	41	18000	17000	—	NN 3021 K ○
	145	40	11800	13400	NNU 4921 ●	NNU 4921 K ●
110	170	45	20800	20000	—	NN 3022 K ○
	150	40	12000	13700	NNU 4022 ●	NNU 4922 K ●
120	180	45	21600	21200	—	NN 3024 K ○
	165	45	16000	17600	NNU 4924 ●	NNU 4924 K ●
130	200	52	27000	27500	—	NN 3026 K ○
	180	50	17000	20000	NNU 4926 ●	NNU 4926 K ●
140	210	53	28000	28500	—	NN 3028 K ○

Tabelul 5.15 (continuare)

Dimensiuni-mm			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului	
d	D	B	dinamică C	statică C_0	cu alezaj cilindric	cu alezaj conic
140	190	50	17300	20400	NNU 4928 ●	NNU 4928 K ●
150	225	56	31500	32500	—	NN 3030 K ○
	210	60	30000	34500	NNU 4930 ●	NNU 4930 K ●
160	240	60	35500	35500	—	NN 3032 K ○
	220	60	30500	35500	NNU 4932 ●	NNU 4932 K ●
170	260	67	42500	44000	—	NN 3034 K ○
	230	60	31000	36500	NNU 4934 ●	NNU 4934 K ●
180	280	74	53000	55000	—	NN 3036 K ○
	250	69	36500	45000	NNU 4936 ●	NNU 4936 K ●
190	290	75	54000	57000	—	NN 3038 K ○
	260	69	37500	46500	NNU 4938 ●	NNU 4938 K ●
200	310	82	62000	65500	—	NN 3040 K ○
	280	80	44000	54000	NNU 4940 ●	NNU 4940 K ●
220	340	90	75000	80000	—	NN 3044 K ○
	300	80	46500	58500	NNU 4944 ●	NNU 4944 K ●
240	360	92	78000	85500	—	NN 3048 K ○
	320	80	48000	62000	NNU 4948 ●	NNU 4948 K ●
260	400	104	100000	110000	—	NN 3052 K ○
	360	100	68000	88000	NNU 4952 ●	NNU 4952 K ●
280	420	106	102000	114000	—	NN 3056 K ○
	380	100	71000	93000	NNU 4956 ●	NNU 4956 K ●
300	460	118	118000	132000	—	NN 3060 K ○
	420	118	95000	125000	NNU 4960 ●	NNU 4960 K ●
320	480	121	125000	143000	—	NN 3064 K ○
	440	118	98000	132000	NNU 4964 ●	NNU 4964 K ●

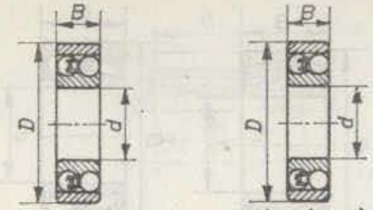
Caracteristicile rulmenţilor radial-axiali cu role conice pe un rînd (extras STAS 3920/1...6-68)



Tabelul 5.16

Dimensiuni - mm			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului
d	D	T	C	C_0	
20	47	15,25	2400	1700	30204 □
	52	16,25	3000	2040	30304 □
	52	22,25	3800	2900	32304 □
25	47	15	2360	1850	32005 □
	52	16,25	2700	1960	30205 □
	62	18,25	3000	2700	30305 □
	62	18,25	3350	2360	31305 ●
	62	25,25	5200	4000	32305 □
30	55	17	3100	2500	32006 ●
	62	17,25	3550	2600	30206 □
	62	21,25	4400	3450	32206 □
	72	20,75	4900	3450	30306 □
	72	20,75	4150	3000	31306 ●
	72	28,75	6700	5300	32306 □
35	62	18	3750	3100	32007 ●
	72	18,25	4500	3350	30207 □
	72	24,25	5700	4550	32207 □
	80	22,75	6300	4650	30307 □
	80	22,75	5300	3900	31307 ●
	80	32,75	8300	6700	32307 □
40	68	19	4550	4050	32008 ●
	80	19,45	5200	3900	30208 □
	80	24,75	6550	5100	32208 □
	90	25,25	7500	5700	30308 □
	90	25,25	6400	4800	31306 □
	90	35,25	10200	8500	32308 □
45	75	20	5100	4500	32009 ●
	85	20,75	5850	4500	30209 □
	85	24,75	6950	5700	32209 □
	100	27,25	9300	7350	30309 □
	100	27,25	8000	6100	31309 □
	100	38,25	12200	10400	32309 □
50	80	20	5300	4900	32010 ●
	90	21,75	6550	5300	30210 □
	90	24,75	7100	5850	32210 □
	110	29,25	11000	8500	30310 □
	110	29,25	9300	7100	31310 □
	110	42,25	15000	12900	32310 □
55	90	23	7100	6550	32011 ●
	100	22,75	7800	6200	30211 □
	100	26,75	9150	7650	32211 □
	120	31,5	12500	9800	30311 □
	120	31,5	10600	8150	31311 ●
	120	45,5	17300	15000	32311 □
60	95	23	7200	6800	32012 ●
	110	23,75	8500	6700	30212 □
	110	29,75	11000	9300	32212 □
	130	33,5	14600	11800	30312 □
	130	33,5	12500	9800	31312 ●
	130	48,5	20000	17000	32312 □
65	100	23	7200	6950	32013 ●
	120	24,75	10000	8000	30213 □
	120	32,75	13200	11400	32213 □
	140	36	17000	13700	30313 □
	140	36	14300	11400	31313 ●
	140	51	22800	20400	32313 □
70	110	25	8800	8500	32014 ●
	125	28,25	11000	9000	30214 □
	125	33,25	13700	12000	32214 □
	150	38	19300	15600	30314 □
	150	38	16300	12900	31314 ●
	150	54	25500	23200	32314 □
75	115	25	9150	9000	32015 ●
	130	27,25	12200	10200	30215 □
	130	33,25	14000	12200	32215 □
	160	40	21200	17600	30315 □
	160	58	29000	27000	32016 □
80	125	29	11800	11800	32016 ●
	140	28,25	12900	10600	30216 □
	140	35,25	16300	14000	32216 □
	170	42,5	23600	19300	30316 □
	170	61,5	32500	30000	32316 □
85	130	29	12000	12200	32017 ●
	150	30,5	15300	12700	30217 □
	150	38,5	18600	16600	32217 □
	180	44,5	26500	22000	30317 □
	180	63,5	32500	29000	32317 □
90	140	32	14600	15000	32018 ●
	160	32,5	17000	14300	30218 □
	160	42,5	22000	19600	32218 □
	190	46,5	28500	24000	30318 □
	190	67,5	36000	32000	32318 □

Caracteristicile rulmenţilor radial oscilanţi cu bile pe două rînduri cu alezaj cilindric sau conic (extras STAS 6846/1...6-68)



Alezaj cilindric — Alezaj conic conicitatea 1:12

Tabelul 5.17

Dimensiuni - mm			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului	
d	D	B	dinamică C	statică C_0	alezaj cilindric	alezaj conic
20	47	14	780	325	1204 □	1204 K □
	47	18	980	400	2204 □	2204 K □
	52	15	980	405	1304 □	1304 K □
	52	21	1430	540	2304 □	2304 K □
25	52	15	950	415	1205 □	1205 K □
	52	18	980	430	2205 □	2205 K □
	62	17	1400	610	1305 □	1305 K □
	62	24	1900	765	2305 □	2305 K □
30	62	16	1220	385	1206 □	1206 K □
	62	20	1200	585	2206 □	2206 K □
	72	19	1660	800	1305 □	1306 K □
	72	27	2450	1020	2306 □	2306 K □
35	72	17	1250	680	1207 □	1207 K □
	72	23	1700	830	2207 □	2207 K □
	80	21	1960	1000	1307 □	1307 K □
	80	31	3100	1290	2307 □	2307 K □
40	80	18	1500	865	1208 □	1208 K □
	80	23	1760	965	2208 □	2208 K □
	90	23	2320	1250	1308 □	1308 K □
	90	33	3550	1600	2308 □	2308 K □
45	85	19	1700	980	1209 □	1209 K □
	85	23	1830	1080	2209 □	2209 K □
	100	25	3000	1630	1309 □	1309 K □
	100	36	4250	1960	2309 □	2309 K □

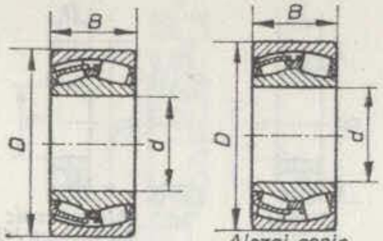
Tabelul 5.17 (continuare)

Dimensiuni - mm			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului	
d	D	B	dinamică C	statică C_0	alezaj cilindric	alezaj conic
50	90	20	1800	1100	1210 □	1210 K □
	90	23	1830	1160	2210 □	2210 K □
	110	27	3250	1830	1310 □	1310 K □
	110	40	3100	2400	2310 □	2310 K □
55	100	21	2120	1370	1211 □	1211 K □
	100	25	2080	1340	2211 □	2211 K □
	120	29	4050	2280	1311 □	1311 K □
	120	43	5850	2850	2311 □	2311 K □
60	110	22	2380	1600	1212 □	1212 K □
	110	28	2650	1700	2212 □	2212 K □
	130	31	4500	2700	1312 □	1312 K □
	130	46	6800	3350	2312 □	2312 K □
65	120	23	2450	1760	1213 □	1213 K □
	120	31	3400	2200	2213 □	2213 K □
	140	33	4900	3000	1313 □	1313 K □
	140	48	7500	3900	2313 □	2313 K □
70	125	24	2700	1900	1214 □	1214 K □
	125	31	3450	2320	2214 □	2214 K □
	150	35	5850	3600	1314 □	1314 K □
	150	51	8500	4550	2314 □	2314 K □
75	130	25	3050	2160	1215 ○	1215 K □
	130	31	3454	2450	2215 □	2215 K □
	160	37	6200	3900	1315 ○	1315 K ○
	160	55	9500	5100	2315 ○	2315 K ○

Tabelul 5.17 (continuare)

Dimensiuni - mm			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului	
d	D	B	dinamică C	statică C_0	alezaj cilindric	alezaj conic
80	140	26	3100	2400	1216 ○	1216 K ○
	140	33	4000	2850	2216 ○	2216 K ○
	170	39	6950	4300	1316 ○	1316 K ○
	170	58	10600	5850	2316 ○	2316 K ○
85	150	28	3900	2900	1217 ○	1217 K ○
	150	36	4550	3200	2217 ○	2217 K ○
	180	41	7650	4900	1317 ○	1317 K ○
	180	60	11000	5300	2317 ○	2317 K ○
90	160	30	4500	3250	1218 ○	1218 K ○
	160	40	5500	3900	2218 ○	2248 K ○
	190	43	8500	5600	1318 ○	1318 K ○
	190	64	12000	6950	2318 ○	2318 K ○
95	170	32	5000	3750	1219 ●	1219 K ●
	170	43	6550	4650	2219 ●	2219 K ●
	200	45	10400	6500	1319 ●	1319 K ●
	200	57	12900	7650	2319 ●	2319 K ●
100	180	34	5500	4150	1220 ●	1220 K ●
	180	46	7650	5400	2220 ●	2220 K ●
	215	47	11200	7350	1320 ●	1320 K ●
	215	43	15000	9500	2320 ●	2320 K ●
110	200	38	6950	5300	1222 ●	1222 K ●
	200	53	9500	5900	2222 ●	2222 K ●
	240	50	12300	8800	1322 ●	1322 K ●

Caracteristicile rulmenţilor radial-oscilanţi cu role butoi pe două rînduri, cu alezaj cilindric sau conic (extras STAS 3918/1...8-68)



Alezaj cilindric

Alezaj conic
Conicitatea 1:12

Tabelul 5.18

Dimensiuni -mm-			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului	
d	D	B	dinamică C	statică C_0	cu alezaj cilindric	cu alezaj conic
40	80	23	5600	4150	22208 ●	22208 K ●
	90	23	6100	5400	21308 ●	21308 K ●
	90	33	9650	6950	22308 □	22308 K □
45	85	23	5600	4150	22209 ●	22209 K ●
	100	25	7500	6800	21309 ●	21309 K ●
	100	36	11600	8500	22309 □	22309 K □
50	90	23	6400	4900	22210 ●	22210 K ●
	110	27	8500	7800	21310 ●	21310 K ●
	110	40	15300	11600	22310 □	22310 K □
55	100	25	8000	6400	22211 ●	22211 K ●
	120	29	10200	9500	21311 ●	21311 K ●
	120	43	17300	13200	22311 □	22311 K □
60	110	28	9650	7800	22212 ●	22212 K ●
	130	31	11600	11000	21312 ●	21312 K ●
	130	46	20000	15300	22312 □	22312 K □
65	120	31	11800	9300	22213 ●	22213 K ●
	140	33	13700	12900	21313 ●	21313 K ●
	140	48	22400	17600	22313 □	22313 K □
70	125	31	13200	11000	22214 ●	22214 K ●
	150	35	15300	15000	21314 ●	21314 K ●
	150	51	27500	22000	22314 □	22314 K □
75	130	31	13700	11400	22215 ●	22215 K ●
	160	37	17300	17300	21315 ●	21315 K ●
	160	55	30000	25000	22315 □	22315 K □
80	140	33	16300	13700	22216 □	22216 K □
	170	39	19300	19300	21316 ●	21316 K ●
	170	58	33500	26500	22316 □	22316 K □
85	150	36	18600	16000	22217 □	22217 K □

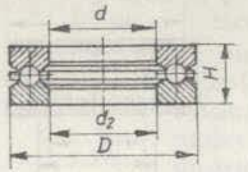
Tabelul 5.18 (continuare)

Dimensiuni -mm-			Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului	
d	D	B	dinamică C	statică C_0	cu alezaj cilindric	cu alezaj conic
85	180	41	21600	21600	21317 ●	21317 K ●
	180	60	37500	31000	22317 □	22317 K □
90	160	40	21600	18600	22218 □	22218 K □
	180	52,4	28000	26500	23218 ○	23218 K ○
	190	43	24000	24500	21318 ●	21318 K ●
	190	64	40500	33500	22318 □	22318 K □
95	170	43	24500	21200	22219 ●	22219 K ●
	200	45	25500	26000	21319 ●	21319 K ●
	200	67	45000	38000	22319 ●	22319 K ●
100	180	46	28000	24000	22220 □	22220 K □
	180	60,3	34500	33500	23220 ○	23220 K ○
	215	47	28500	29000	21320 ●	21320 K ●
	215	73	53000	44000	22320 □	22320 K □
110	170	45	25500	25000	23022 ○	—
	180	56	32000	31500	23122 ○	23122 K ○
	200	53	36000	31500	22222 □	22222 K □
	200	69,8	45500	44000	23222 ○	23222 K ○
	240	50	34500	35500	21322 ●	21322 K ●
	240	80	63000	52000	22322 □	22322 K □
120	180	46	28500	27000	23024 ○	23024 K ○
	200	62	39000	38000	23142 ○	23142 K ○
	215	58	41500	36000	22224 □	22224 K □
	215	76	53000	52000	23224 ○	23224 K ○
	260	85	75000	65500	22324 □	22324 K □
130	200	52	34000	34000	23026 ○	23026 K ○
	210	64	43000	44000	23126 ○	23126 K ○
	230	64	51000	45000	22226 □	22226 K ○
	230	80	61000	62000	23226 ○	23226 K ○

Tabelul 5.18 (continuare)

Dimensiuni -mm-			Capacitatea de încărcare daN		Simbolul rulmentului	
d	D	B	dinamică C	statică C_0	cu alezaj cilindric	cu alezaj conic
130	280	93	8500	73500	22326 □	22326 K □
140	210	53	34500	36000	23028 ○	23028 K ○
	225	68	50000	51000	23128 ○	23128 K ○
	250	68	58500	54000	22228 □	22228 K □
	250	88	69500	72000	23228 ○	23228 K ○
	300	102	100000	88000	22328 □	22328 K □
150	225	56	39000	40000	23030 ○	23030 K ○
	250	80	62000	65500	23130 ○	23130 K ○
	270	73	65500	58500	22230 □	22230 K □
	270	96	81500	85000	23230 ○	23230 K ○
	320	108	112000	100000	22330 □	22330 K □
160	240	60	46500	50000	23032 ○	23032 K ○
	270	86	71000	73500	23132 ○	23132 K ○
	290	80	78000	72000	22232 □	22232 K □
	290	104	93000	96500	23232 ○	23232 K ○
	340	114	122000	108000	22332 □	22332 K □
170	260	67	55000	60000	23034 ○	23034 K ○
	260	88	75000	80000	23134 ○	23134 K ○
	310	86	86500	80000	22234 □	22234 K □
	310	110	108000	112000	23234 ○	23234 K ○
	360	120	137000	122000	22334 □	22334 K □
180	280	74	67000	73500	23036 ○	23036 K ○
	300	96	90000	96500	23136 ○	23136 K ○
	320	86	91500	86500	22236 □	22236 K □
	320	112	114000	118000	23236 ○	23236 K ○
	380	126	146000	132000	22336 □	22336 K □

Caracteristicile rulmenţilor axiali cu bile pe un rînd cu simplu efect (extras STAS 3921/1...4-68)



Tabelul 5.19

d	D	H	d min	Capacitatea de încărcare daN. dinamică C	statică C_0	Simbolul rulmentului	
10	24	9	10,2	780	1140	51100	□
	26	11		1000	1400	51200	□
12	26	9	12,2	800	1250	51101	□
	28	11		1040	1560	51201	□
15	28	9	15,2	930	1370	51102	
	32	12		1220	2040	51202	
17	30	9	17,2	900	1600	51103	
	35	12		1270	2200	51203	
20	35	10	20,2	1180	2200	51104	
	40	14		1730	3100	51204	
25	42	11	25,2	1430	2900	51105	□
	47	15		2160	4150	51205	□
	52	18		2800	5100	51305	□
30	47	11	30,2	1460	3250	51106	□
	52	16		2280	4800	51206	□
	60	21		3540	6550	51306	□
	70	28		5700	10400	51406	□
35	62	12	35,2	1560	3900	51107	□
	62	18		3050	6400	51207	□
	68	24		4300	8650	51307	□
	80	32		6800	12700	51407	□
40	60	13	40,2	2120	5200	51108	□
	68	19		3450	7650	51208	□
	78	26		5400	11200	51308	□
	90	36		8808	17000	51408	□
45	85	14	45,2	2160	5700	51109	□
	73	20		3650	8650	51209	□
	85	28		6300	13400	51309	□

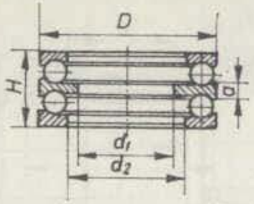
Tabelul 5.19 (continuare)

d	D	H	d_2 min	Capacitatea de încărcare da N. dinamic C	static C_0	Simbolul rulmentului	
45	100	39	45,2	10200	20000	51409	□
50	70	14	50,2	2240	6200	51110	□
	78	22		3750	9150	51210	□
	95	31		7500	16000	51310	□
	110	43		12500	25000	51410	□
55	78	16	55,2	2750	7650	51111	□
	90	25		5500	13200	51211	□
	105	35		9300	20400	51311	□
	120	48		14000	30000	51411	□
60	85	17	60,2	3250	9300	51112	□
	95	26		5700	14600	51212	□
	110	35		9650	22000	51312	□
	130	51		16600	36000	51412	□
65	90	18	65,2	3250	9650	51113	□
	100	27		5850	15600	51213	□
	115	36		10000	23600	51313	□
	140	56		18300	40500	51413	□
70	95	18	70,2	3350	10400	51114	□
	105	27		6000	16300	51214	□
	125	40		11600	28000	51314	□
	150	60		19600	45500	51414	□
75	100	19	75,2	3450	11200	51115	□
	110	27		6100	17300	51215	□
	135	44		13400	32500	51315	□
	160	65		21200	51000	51415	□
80	105	19	80,2	3550	11600	51116	□
	115	28		6200	18000	51216	□
	140	44		13700	35500	51316	□

Tabelul 5.19 (continuare)

d	D	H	d_2 min	Capacitatea de încărcare da N. dinamic C	static C_0	Simbolul rulmentului	
80	170	68	80,2	22800	56600	51416	□
85	110	19	85,2	3600	12500	51117	□
	125	31		7500	22000	51217	□
	150	49		15600	40500	51317	□
	180	72		24000	62000	51417	□
90	120	22	90,2	4650	15600	51118	□
	135	35		9150	27000	51218	□
	155	50		15600	40500	51318	□
	190	77		25500	68000	51418	□
100	135	25	100,2	6700	22000	51120	□
	150	38		11400	34000	51220	□
	170	55		18600	49000	51320	□
	210	85		31000	88000	51420	□
110	145	25	110,2	6800	23600	51122	□
	160	38		12000	37500	51222	□
	190	63		20800	58500	51322	○
120	155	25	120,2	6950	25500	51124	□
	170	39		12000	39000	51224	□
	210	70		24500	72000	51324	○
130	170	30	130,3	8150	29000	51126	□
	190	45		16000	51000	51226	□
	225	75		26000	78000	51326	○
140	180	31	140,3	8300	31000	51128	□
	200	46		16300	54000	51228	□
	240	80		29000	93000	51328	○
150	190	31	150,3	8500	33500	51130	□
	215	50		17600	60000	51230	□

Caracteristicile rulmenților axiali cu bile pe un rînd cu dublu efect (extras STAS 3922/1...3-68)



Tabelul 5.20

Dimensiunea-mm					Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului
d_1	d_2	D	H	a	dinamică C	statică C_0	
20	25,2	47	28	7	2200	4050	52205 ○
20	25,2	52	34	8	2900	5000	52305 ○
15	25,2	60	45	11	4400	7200	52405 ○
25	30,2	52	29	7	2280	4750	52206 ○
25	30,2	60	38	9	3350	6400	52306 ○
20	30,2	70	52	12	6000	10200	52406 ○
30	35,2	62	34	8	3050	6400	52207 ○
30	35,2	88	44	10	4400	8650	52307 ○
25	35,2	80	59	14	6950	12900	52407 ○
30	40,2	68	36	9	3650	8000	52208 ○
30	40,2	78	49	12	5400	11000	52308 ○
30	40,2	90	65	15	8800	16600	52408 ○
35	45,2	73	37	9	3900	8800	52209 ○
35	45,2	85	52	12	6700	13700	52309 ○
35	45,2	100	72	17	10400	20000	52409 ○
40	50,2	78	39	9	4250	9800	52210 ○
40	50,2	95	58	14	8000	16600	52310 ○
40	50,2	110	78	18	12500	24500	52410 ○
45	55,2	90	45	10	5700	13400	52211 ○
45	55,2	105	64	15	9300	20000	52311 ○
45	55,2	120	87	20	14000	28500	52411 ○
50	60,2	95	46	10	6100	14600	52212 ○
50	60,2	110	64	15	9650	21600	52312 ○

Tabelul 5.20 (continuare)

Dimensiunea-mm					Capacitatea de încărcare daN.		Simbolul rulmentului
d_1	d_2	D	H	a	dinamică C	statică C_0	
50	60,2	130	93	21	17000	35500	52412 ○
55	65,2	100	47	10	6200	15600	52213 ○
55	65,2	115	65	15	10000	23200	52313 ○
50	65,2	140	101	23	18000	39000	52413 ○
55	70,2	105	47	10	6300	16300	52214 ○
55	70,2	125	72	16	12000	27500	52314 ○
55	70,2	150	107	24	20000	45500	52414 ○
60	75,2	110	47	10	6400	17300	52215 ○
60	75,2	135	79	18	13400	31500	52315 ○
60	75,2	160	115	26	21600	50000	52415 ○
65	80,2	115	48	10	6550	18300	52216 ○
65	80,2	140	79	18	14000	34000	52316 ○
65	80,2	170	120	27	23200	56000	52416 ○
70	85,2	125	55	12	8300	22800	52217 ○
70	85,2	150	87	19	16300	40500	52317 ○
65	85,2	180	128	29	25000	64000	54417 ○
75	90,2	135	62	14	10200	27500	52218 ○
75	90,2	155	88	19	16300	40500	52318 ○
70	90,2	190	135	30	25500	67000	52418 ○
85	100,2	130	67	15	12200	34000	52220 ○
85	100,2	170	97	21	19000	49000	52320 ○
80	100,2	210	150	33	31500	88000	52420 ○

5.4. ELEMENTE CONSTRUCTIVE PENTRU MONTAJUL RULMENȚILOR (Extras STAS 6603-75)

Raza de racordare a umărului de sprijin r_1 (fig. 5.4) trebuie să fie mai mică decît teșitura inelelor de rulmenți. Elementele constructive ale umărului de sprijin sînt date în tabelul 5.21.

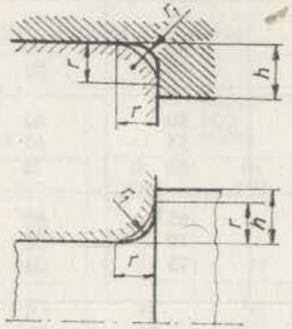


Fig. 5.4. Umeri de sprijin pentru rulmenți cu bile.

Tabelul 5.21

Dimensiunile umerilor de sprijin pentru rulmenții cu bile

Dimensiunea nominală a teșiturii rulmentului r	Raza de racordare a arbor. sau carcasei r_1 max.	Seria de diametre					
		8, 9, 0		1, 2, 3		4	
		Înălțimea umerilor de sprijin, h min					
		arbore	carcasă	arbore	carcasă	arbore	carcasă
0,15	0,08	0,25	0,25	—	—	—	—
0,2	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	—	—
0,3	0,15	0,4	0,4	0,6	0,6	—	—
0,4	0,2	0,6	0,6	1	1	—	—
0,5	0,3	0,7	0,9	1,1	1,3	—	—
0,8	0,5	1,0	1,3	1,5	1,8	—	—
1	0,6	1,1	1,6	1,6	2,1	2	2,7
1,2	0,7	1,3	1,9	1,8	2,4	2,2	3,2
1,5	1	1,7	2,4	2,2	2,9	2,8	3,7
2	1	2,2	3	2,7	3,5	3,5	4,5
2,5	1,5	2,8	3,7	3,3	4,5	4,2	5,5
3	2	3,9	4,5	4,7	5,5	5,7	6,5
3,5	2	4,5	5,1	5,5	6	6,5	6
4	2,5	5,6	5,8	6,5	7	7,5	8
5	3	7,3	7,3	8,5	8,5	10	10
6	4	9	9	10,5	10,5	12	12
8	5	11,5	11,5	13	13	15	15
10	6	14	14	16	16	19	19

La construcții la care rulmentul nu este în contact direct cu umărul arborelui sau carcasei, prin: „înălțimea umărului de sprijin" se înțelege înălțimea suprafeței de sprijin a piesei pe care se sprijină rulmentul.

Înălțimile efective ale umerilor de sprijin se aleg astfel ca:
- suprafața de sprijin să fie suficient de mare pentru a prelua în bune condiții forțele axiale;
- umărul de sprijin să nu atingă elemente ale rulmentului în mișcare relativă;
- umărul de sprijin să permită demontarea inelului de rulment de pe arbore sau din carcasă cu ajutorul dispozitivelor (în cazul în care acest lucru nu este posibil, se vor prevedea trei degajări la 120° pentru ghearele dispozitivului de extracție).

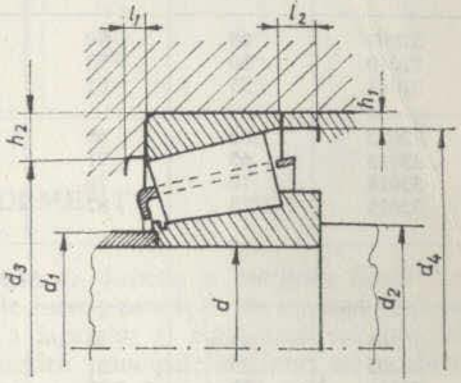


Fig. 5.5. Umeri de sprijin pentru rulmenții cu role conice.

Se recomandă ca înălțimea umerilor pentru rulmenții axiali să fie aleasă astfel încît rulmentul să se sprijine pe o lățime mai mare decît jumătatea lățimii $\frac{D-d}{2}$ a inelelor.

Pentru rulmenții radial-axiali cu role conice, în scopul evitării contactului dintre colivie și umerii de sprijin, se vor respecta dimensiunile limită de montaj indicate în figura 5.5 și tabelul 5.22.

Valorile cotelor d_3 și d_4 se vor alege astfel încît să nu depășească valorile maxime calculate pe baza diametrului exterior și a valorilor h din tabelul 5.21.

Valorile cotei d_2 vor asigura o suprafață de sprijin suficient de mare pentru a prelua în bune condiții forțele axiale.

Valorile cotei d_1 se vor alege astfel încît să nu fie mai mici decît cele calculate pe baza diametrului interior d și a valorilor h din tabelul 5.21.

Valorile minime ale diametrului d_2 corespund unor sarcini axiale normale. În cazul unor sarcini axiale foarte mari, diametrul necesar al umărului de sprijin trebuie calculat.

Pentru rulmenții radiali cu role cilindrice, în vederea asigurării unei demontări fără extragerea inelului de pe arbore, se vor respecta dimensiunile limită de montaj indicate în figura 5.6 și tabelul 5.23.

Valorile minime ale diametrului D_1, precum și ale umerilor de sprijin pentru inelele exterioare se calculează pe baza valorilor h din tabelul 5.21.

În tabelele 5.24 și 5.25 sînt date abaterile de formă ale suprafețelor de montaj ale arborilor pe care se montează rulmenții cu bile sau cu role cu alezaj cilindric și ale carcaselor pentru rulmenții cu bile sau cu role cu alezaj cilindric sau conic, respectiv bătaia frontală a umerilor de sprijin la arbori și carcase.

Tabelul 5.22

Dimensiunile umerilor de sprijin pentru rulmenţii cu role conice

Seria de rulmenţi 320

Simbolul rulmentului	d	d_1 max.	d_2 min.	d_3 min.	d_4 min.	l_1 min.	l_2 min.
32006	30	35	36	47,5	52	3	4,5
32007	35	40	41	54	59	3	4,5
32008	40	45	46	60	65	3	4,5
32009	45	50	51	66	71	3	4,5
32010	50	55	56	71	76	3	4,5
32011	55	61	62	80	86	3	4,5
32012	60	66	67	85	91	3	4,5
32013	65	71	72	90	96	3	4,5
32014	70	76	77	98	105	3	5
32015	75	82	82	103	110	4	7

Seria de rulmenţi 302

Simbolul rulmentului	d	d_1 max.	d_2 min.	d_3 min.	d_4 min.	l_1 min.	l_2 min.
30204	20	26	26	39	43	3	3
30205	25	31	31	43	48	3	3
30206	30	37	36	52	57	3	3
30207	35	43	42	61	67	4	3
30208	40	48	47	68	75	4	3,5
30209	45	53	52	73	80	4	4,5
30210	50	58	57	78	85	4	4,5
30211	55	63	54	87	94	5	4,5
30212	60	69	69	95	102	5	4,5
30213	65	75	74	105	112	6	4,5
30214	70	80	79	108	117	6	5
30215	75	85	84	113	123	6	5

Seria de rulmenţi 322

Simbolul rulmentului	d	d_1 max.	d_2 min.	d_3 min.	d_4 min.	l_1 min.	l_2 min.
32206	30	57	36	52	57	3	4
32207	35	43	42	61	67	4	5
32208	40	48	47	68	75	4	5,5
32209	45	53	52	73	80	4	5,5
32210	50	58	57	78	85	4	5,5
32211	55	63	64	87	94	5	5,5
32212	60	69	69	95	102	5	5,5
32213	65	75	74	105	112	5	5,5
32214	70	80	79	108	117	6	6
32215	75	85	84	113	123	6	6

Tabelul 5.22 (continuare)

Seria de rulmenţi 303

Simbolul rulmentului	d	d_1 max.	d_2 min.	d_3 min.	d_4 min.	l_1 min.	l_2 min.
30304	20	27	27	43	47	3	3
30305	25	33	32	53	57	3	3
30306	30	38	37	61	66	3	4,5
30307	35	43	44	68	74	5	4,5
30308	40	50	49	76	82	5	5
30309	45	56	54	85	93	5	5
30310	50	62	60	94	102	5	6
30311	55	67	63	103	111	5	6
30312	60	73	72	112	120	5	7
30313	65	80	77	121	130	6	7,5
30314	70	85	82	129	140	6	7,5
30315	75	91	87	138	149	6	8,5

Seria de rulmenţi 313

Simbolul rulmentului	d	d_1 max.	d_2 min.	d_3 min.	d_4 min.	l_1 min.	l_2 min.
31306	30	39	37	54	68	3	6,5
31307	35	44	44	61	76	5	7,5
31308	40	50	49	70	86	5	8
31309	45	55	54	78	95	5	9
31310	50	61	60	85	104	5	10
31311	55	67	65	92	113	5	10
31312	60	72	72	101	122	5	11
31313	65	78	77	109	132	6	12,5
31314	70	83	82	116	141	6	12,5

Seria de rulmenţi 323

Simbolul rulmentului	d	d_1 max.	d_2 min.	d_3 min.	d_4 min.	l_1 min.	l_2 min.
32304	20	27	27	43	47	3	4
32305	25	33	32	53	57	3	5
32306	30	38	37	61	66	5	5,5
32307	35	43	44	68	74	5	7,5
32308	40	50	49	76	82	5	8
32309	45	56	54	83	93	5	8
32310	50	62	60	94	102	5	9
32311	55	67	65	103	111	5	10
32312	60	73	72	112	120	5	11
32313	65	80	77	121	130	6	11,5
32314	70	85	82	129	140	6	11,5
32315	75	91	87	138	149	6	12,5

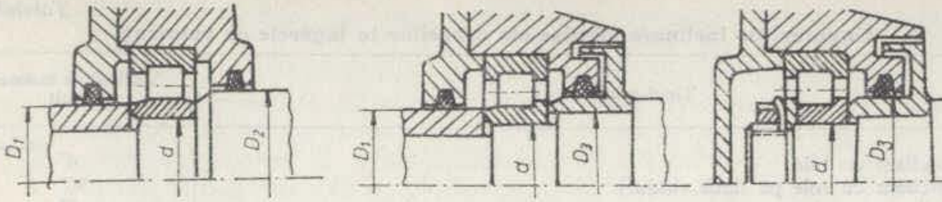


Fig. 5.6. Montajul rulmenților radiali cu role cilindrice.

Tabelul 5.23

Dimensiuni de montaj pentru rulmenții radiali cu role cilindrice

d	Seria de rulmenți										
	NU10		NU2 NJ2 NUP2		NU22 NJ22 NUP22	NU3 NJ3 NUP3		NU23 NJ23 NUP23	NU4 NJ4 NUP4		
	D_1 max	D_3 min.	D_1 max.	D_3 min.	D_3 min.	D_1 max.	D_3 min.	D_3 min.	D_1 max.	D_3 min.	D_3 min.
20	—	—	26	29	32	27	30	33	—	—	—
25	30	32	31	34	37	33	37	40	—	—	—
30	35	38	37	40	44	40	44	48	44	47	52
35	41	44	43	46	50	45	48	53	52	55	61
40	46	49	49	52	56	51	55	60	57	60	67
45	52	54	54	57	61	57	60	66	63	66	74
50	57	59	58	62	67	63	67	73	69	73	81
55	63	66	65	68	73	69	72	80	76	79	89
60	68	71	71	75	80	75	79	86	82	85	94
65	73	76	77	81	87	81	85	93	88	91	100
70	78	82	82	86	92	87	92	100	99	102	112
75	83	87	87	90	96	93	97	106	103	107	118
80	90	94	94	97	104	99	105	114	109	112	124
85	95	99	99	104	110	106	110	119	111	115	128
90	101	106	105	109	116	111	117	127	122	125	139
95	106	111	111	116	123	119	124	132	132	136	149
100	111	116	117	122	130	125	132	143	137	141	156

Tabelul 5.24

Abaterile de formă ale suprafețelor de montaj ale arborilor pe care se montează rulmenții cu bile sau cu role cu alezaj cilindric și ale carcaselor pentru rulmenții cu bile sau cu role cu alezaj cilindric

Diametrul suprafeței de montaj (arborele sau alezajul carcasei) în mm		Arbore				Alezajul carcasei			
		Clase de precizie a rulmentului							
		P0	P6	P5	P4	P0	P6	P5	P4
Peste	Pînă la	Ovalitate sau conicitate, μm, max							
—	6	4	2,4	1,6	1	6	4	2,4	1,6
6	18	6	4	2,4	1,6	10	6	4	2,4
18	50	8	5	3,2	2	12	8	5	3,2
50	120	10	6	4	2,4	16	10	6	4
120	260	20	12	8	5	32	20	12	8
260	500	24	16	10	—	40	24	16	10
500	800	32	20	—	—	50	32	20	—
800	1000	40	24	—	—	60	40	—	—

Tabelul 5.25

Bătaia frontală a umerilor de sprijin la arbori și carcase

Diametrul mediu al suprafeței de sprijin mm		Clasa de precizie a rulmentului				
		PO	P6	P5	P4	P2
Peste	Pînă la	Bătaia frontală, μm, max				
—	6	20	10	7	3	2
6	18	20	10	7	3	2
18	50	20	10	8	4	2
50	80	25	12	8	4	2
80	120	25	12	9	5	2,5
120	180	30	15	10	7	4
180	250	30	15	13	8	5
250	315	35	17	15	—	—
315	400	40	20	20	—	—
400	500	45	22	—	—	—

5.5. PROIECTAREA LAGĂRELOR CU RULMENȚI

Alegerea tipului rulmenților depinde de factori ca: direcția și mărimea forței care acționează asupra lagărului; turația; temperatura de lucru; condițiile de zgomot impuse; condițiile de montaj; abaterile de la coaxialitate a lagărelor și rigiditatea construcției; precizia de rotire necesară etc. O sinteză a comportării principalelor tipuri de rulmenți față de cele mai importante cerințe funcționale este arătată în tabelul 5.26.

1. Pentru un gabarit impus se folosesc rulmenții cu bile care suportă însă sarcini mai mici decît rulmenți cu role. La sarcini mari se utilizează rulmenți cu mai multe rînduri de corpuri de rulare (bile în special role). În funcție de direcția de acționare a sarcinii se vor utiliza rulmenți: radiali, radial-axiali sau axiali.

2. Pentru fiecare rulment se indică în cataloage turația limită la care poate fi folosit în funcție de condițiile de ungere. Pentru turații ridicate se preferă rulmenții din seriile de dimensiuni mici. În cazul încărcărilor pur radiale, turațiile cele mai mari le pot suporta rulmenții radiali cu bile sau cu role cilindrice. În cazul încărcărilor combinate, chiar și în cazul în care predomină sarcinile axiale, pentru turații ridicate se vor folosi rulmenți radial-axiali cu bile.

3. Temperatura de lucru a rulmenților este de cca. 100°C. Pentru temperaturi peste 120°C se utilizează rulmenți speciali avînd elementele componente executate din mărci speciale de oțel.

4. Cauzele care generează zgomotul și care pot contribui la intensificarea lui sînt: lipsa de precizie a elementelor componente ale rulmenților și în primul rînd abaterile de formă, rugozitatea suprafețelor de rulare, jocurile radiale existente, mișcarea coliviei, turația și ungerea. Trebuie să se țină seama de faptul că un rulment executat, chiar în mod ideal, va produce un zgomot exagerat, atunci cînd piesele în contact și în primul rînd arborele și carcasa vor modifica, prin lipsa lor de precizie, forma ideală a pieselor componente ale rulmentului, sau vor provoca o deplasare axială a inelelor, ori o înclinare a lor, unul față de celălalt, peste limitele admisibile. Astfel, în cazul rulmenților pentru care se impun condiții de zgomot, este necesar ca suprafețele de contact ale arborilor și carcaselor să fie executate cu o foarte mare precizie de formă și anume arborele cu precizia IT 3, iar carcasa cu precizia IT 4.

Tabelul 5.26

Comparaţia caracteristicilor funcţionale ale principalelor tipuri de rulmenţi

Tipul rulmentului	Factorii caracteristici funcţionali					
	Capacitatea de încărcare			Turaţia	Compensarea abaterilor de aliniere	Rezistenţa la momente de răsturnare
	radială	axială	combinată			
Radial cu bile pe un rînd, cu cale de rulare adîncă	B	B	B	FB	S	S
Radial-axial cu bile pe un rînd	B	FB	FB	FB	N	N
Radial-axial cu bile pe două rînduri	FB	B	B	S	S	FB
Radial-oscilant cu bile	S	N	B	S	FB	N
Axial cu bile	N	FB	N	S	S	N
Radial cu role cilindrice	FB	N	N	B	S	N
Radial cu ace	FB	N	N	S	N	FB
Radial-axial cu role conice	FB	S	FB	B	S	N
Radial-oscilant cu role butoi	FB	S	S	S	FB	N

FB — foarte bună; B — bună; S — satisfăcătoare; N — nesatisfăcătoare;

5. Cu cît montajul, respectiv demontajul, elementelor componente ale lagărului sînt mai dificile, cu atîta tipurile de rulmenţi aleşi trebuie să poată fi montaţi şi demontaţi cu uşurinţă. Asemenea tipuri de rulmenţi se utilizează şi în cazurile în care condiţiile de exploatare impun montări şi demontări frecvente. Condiţia de uşurinţă de montare şi demontare poate fi realizată atît cu rulmenţi cu alezaj cilindric, în special tipurile de rulmenţi demontabili (rulmenţi tip magneto, rulmenţi cu role cilindrice tip N, NU, NJ, rulmenţi cu ace, rulmenţi cu role conice) la care inelele se pot monta separat, cît şi cu rulmenţi cu alezaj conic, aceştia putînd fi montaţi fie direct pe un fus conic, fie pe un arbore cilindric cu ajutorul bucşelor de stringere sau de extracţie.

6. Utilizarea rulmenţilor în construcţii la care abaterea de la coaxialitate între arbore şi lagăr depăşeşte valoarea maximă admisă, duce la deteriorarea rapidă a lor. În tabelul 5.27 se dau unghiurile de înclinare admise pentru diferite tipuri de rulmenţi. O bună coaxialitate între suprafeţele în contact cu rulmenţii (suprafaţa arborelui şi a carcasei) se asigură prin măsuri constructive şi tehnologice. Astfel alezajele, care trebuie să fie coaxiale, se dispun pe aceeaşi carcasă monobloc; în cazul în care carcasa este formată din două sau trei corpuri asamblate prin şuruburi, va trebui asigurată centrarea lor (de ex. prin cîte două ştifturi de centrare). Finisarea alezajelor, în care se introduc rulmenţii, se realizează dintr-o singură prindere pe maşina-unealtă. Rigiditatea lagărelor se asigură prin utilizarea unor rulmenţi corespunzători (rulmenţi radiali cu role cilindrice pe două rînduri şi alezaj conic, rulmenţi cu role conice pe două rînduri), prin mărirea rigidităţii carcasei (nervuri, pereţi de aceeaşi grosime pentru a nu se produce dilatări diferite) etc.

Tabelul 5.27

Unghiuri de înclinare admise ale arborilor în lagărele cu rulmenţi

Tipul rulmentului	Unghiul de înclinare admis
Radial-oscilant cu bile	4°
Radial-oscilant cu role pe două rînduri	30′
Axial-oscilant cu role	3°
Radial cu bile, cu joc normal } montaj cu toleranţe k5/J6	8′
Radial cu bile, cu joc C3 } montaj cu toleranţe k5/J6	12′
Radiale cu bile, cu joc C4 } montaj cu toleranţe k5/J6	16′
Radial cu role cilindrice, de construcţie N şi NU seriile 10, 2, 3, 4	4′
Radial cu role cilindrice de alte construcţii sau serii	2′
Radial-axial cu role conice	2′

7. Precizia de rotire a arborelui este determinată în primul rînd de precizia rulmentului. În majoritatea cazurilor, în construcţia de maşini, se utilizează rulmenţi de precizie normală (clasa Po) şi numai în cazuri speciale, rulmenţi de precizie mărită (P6, P5, P4). Întrucît prin montare inelele rulmenţilor se deformează, luînd practic forma pieselor în care sînt montate, este inutil şi neeconomic să se prevadă rulmenţi de precizie ridicată pentru a fi montaţi pe arbori şi în carcase avînd abateri de formă mari.

O soluţie optimă de lagăr cu rulmenţi presupune o construcţie simplă, compusă dintr-un număr mai mic de repere, care utilizează multe elemente standardizate şi la care montarea, demontarea şi ungerea va fi uşoară.

Pentru rezemarea unui arbore sînt necesari în general doi rulmenţi: unul fix (conducător) şi celălalt liber. Rulmentul fix (pe arbori şi-n carcasă) poate prelua pe lîngă solicitări radiale şi solicitări axiale.

Ca rulmenţi ficşi se pot alege rulmenţi care pot prelua încărcări combinate, cum sînt rulmenţii radiali cu bile pe un rînd, radial-oscilanţi cu role pe două rînduri, radial-axiali cu bile pe două rînduri sau pe un rînd (montaţi perechi), radial-axiali cu role conice montaţi perechi, cu role cilindrice de construcţie NUP, un rulment cu role cilindrice împreună cu un rulment radial cu bile pe un rînd.

Rulmenţii liberi preiau numai solicitări radiale şi trebuie să se poată deplasa axial pentru a permite variaţii ale lungimii arborelui provocate de dilatarea termică. Deplasarea axială trebuie să se producă sau între elementele rulmentului (exemplu la rulmenţii cu role cilindrice în construcţiile NU sau N şi la rulmenţii cu ace), în care caz ambele inele pot fi montate cu stringere, sau între unul dintre inelele rulmentului şi piesa în care este montat cu un ajustaj alunecător.

În cazul rulmenţilor radial-axiali, montarea în 0 este avantajoasă atunci cînd distanţa dintre rulmenţi este mică întrucît îndepărtează centrele de presiune, permiţînd preluarea de momente de răsturnare. Dacă arborele este sprijinit pe mai mult de două lagăre, numai un singur rulment se fixează axial, rulmenţii din celelalte lagăre fiind liberi.

În planşele 45, 46, 47, 48 şi 49 se dau diferite sisteme de lăgăruire, care exemplifică cele de mai sus.

Construcţia reazemelor cu rulmenţi pretensionaţi, metodele de reglare a jocului axial la rulmenţi radial-axiali cu bile sau role şi metodele de fixare pe arbore a rulmenţilor sînt date în planşele 49, 50, 51 şi 52.

Se menţionează că fixarea unui inel s-ar putea realiza numai printr-un ajustaj cu stringere, în măsura în care nu se transmite nici o sarcină axială prin rulmentul respectiv (v. pct. 6).

8. În cazul utilizării lagărelor de alunecare la reductoare se dau detalii constructive în planşele 53 şi 54.

CAPITOLUL 6

PRECIZIA DE EXECUŢIE A ORGANELOR COMPONENTE ALE REDUCTOARELOR

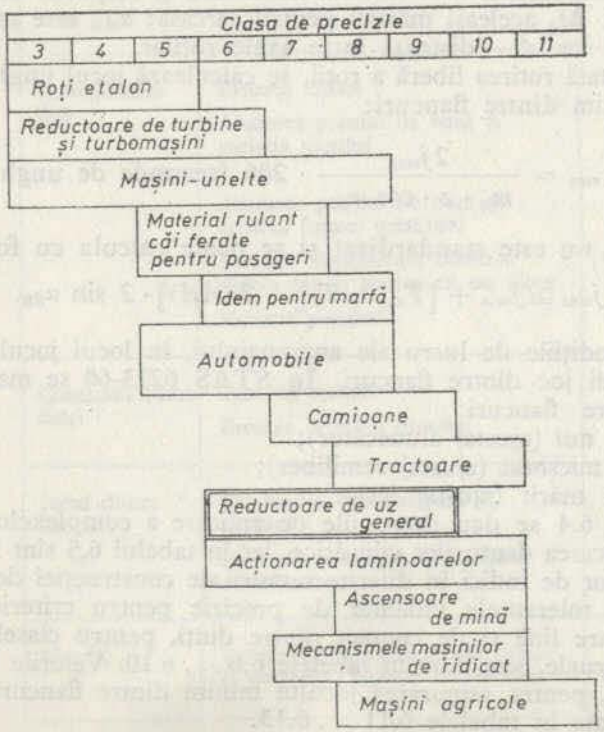
6.1. PRECIZIA DE EXECUŢIE A ANGRENAJELOR

Precizia de execuţie a angrenajelor se referă la toleranţele şi ajustajele dimensiunilor, calitatea suprafeţelor pieselor, abaterile de formă şi poziţie, şi este definită de clasa de precizie.

În tabelele 6.1 şi 6.2, orientativ, se dau indicaţii generale privind alegerea clasei de precizie, ţinînd seama de procesul tehnologic de execuţie şi condiţiile de exploatare.

Tabelul 6.1

Domenii de aplicare a angrenajelor de diferite precizii



Tabelul 6.2

Domeniile de folosire a angrenajelor de diferite precizii

Criteriul de clasificare	Clasa 3 (extrem de precisă)	Clasa 4 (foarte precisă)	Clasa 5 (precisă)
Metoda danturării	Prin generare pe maşini foarte precise cu eroare ciclică extrem de mică	Prin generare pe maşini foarte precise cu eroare ciclică foarte mică	Prin generare pe maşini cu eroare ciclică mică
Finisarea flancurilor	Rectificarea deosebit de îngrijită şi netezire. La roţi mari necălite după frezarea cu freze-melc de precizie, rodare sau şeveruire	Rectificare îngrijită. La roţi mari necălite după frezarea cu freze-melc de precizie, rodare sau şeveruire	Rectificare îngrijită. La roţi mari necălite după frezarea cu freze-melc de precizie, rodare sau şeveruire
Condiţii de lucru	Roţi dinţate destinate pentru angrenaje cu o coincidenţă deosebit de precisă a rotirii sau funcţionînd cu viteze deosebit de mari cu mers lin şi lipsă de zgomot. Roţi din mecanisme deosebit de precise[1] sau transmisii deosebit de rapide (turbine)[2]. Roţi de măsurare (etalon) pentru controlul roţilor de clasa 5 şi 6	Roţi dinţate destinate pentru angrenaje cu o coincidenţă foarte precisă a rotirii sau lucrînd la viteze mari cu mers foarte lin şi foarte liniştit. Roţi din mecanisme foarte precise[1] sau de mare viteză (turbine)[2]. Roţi de măsurare pentru verificarea roţilor din clasa 7	Roţi dinţate destinate pentru angrenaje cu o coincidenţă foarte precisă a rotirii sau lucrînd la viteze mari cu mers foarte lin şi liniştit. Roţi din mecanisme precise[1] sau foarte rapide (turbine)[2]. Roţi de măsurare pentru verificarea roţilor din clasa 8
Viteze periferice[3] — dinţi drepţi — dinţi înclinaţi	 Peste 40 m/s Peste 60 m/s	 Pînă la 50 m/s Pînă la 80 m/s	 Pînă la 30 m/s Pînă la 50 m/s
Randament	Cel puţin 0,99 (în reductor, deci cu lagăre, orientativ, minimum 0,985)	Cel puţin 0,99 (cu lagăre 0,985)	Cel puţin 0,99 (cu lagăre 0,985)

Tabelul 6.2 (continuare)

Criteriul de clasificare	Clasa 6 (foarte exactă)	Clasa 7 (exactă)	Clasa 8 (de precizie medie)	Clasa 9 (de precizie redusă)
Metoda danturării	Prin generare pe mașini exacte	Prin generare pe mașini exacte	Prin generare sau prin copiere cu scule profilate pentru numărul real de dinți	Cu orice metodă
Finisarea flancurilor	Rectificare îngrijită sau șeveruire	Cu sculă precisă. La roți necălite se recomandă finisarea iar la roți călite finisarea este obligatorie (rectificare, șeveruire, rodare-șeveruire, rodare)	Dinții nu se rectifică; la necesitate se finisează sau se rodează	Nu sînt necesare operații speciale de finisare
Condiții de lucru	Roți dințate destinate pentru angrenaje cu o coincidență exactă a rotirii sau funcționînd cu viteze mari, lin și liniștit. Roți din mecanisme divizoare[1], roți importante în construcția de avioane, automobile, mașini-unelte[2].	Roți dințate lucrînd la viteze mari la solicitări mijlocii sau invers; roți de avans la mașini-unelte unde este necesară o coordonare a mișcărilor; roți în reductoare de serie normală; roți în construcția de avioane și automobile	Roți dințate din construcția generală de mașini care nu necesită o precizie deosebită; roți în mașini-unelte, care nu vor intra în lanțul divizor; roți neimportante în construcția de avioane și autotractoare; roți pentru mecanisme de ridicat; roți importante în mașini agricole	Roți destinate pentru o funcționare brută în care nu există cerințe pentru o precizie mijlocie; angrenaje nesolicitate, executate din motive constructive mai mari decît rezultatele calculului
Viteze periferice[3] — dinți drepți — dinți înclinați	 Pînă la 15 m/s Pînă la 30 m/s	 Pînă la 10 m/s Pînă la 15 m/s	 Pînă la 6 m/s Pînă la 10 m/s	 Pînă la 2 m/s Pînă la 4 m/s
Randament	Cel puțin 0,99 (cu lagăre 0,98)	Cel puțin 0,98 (cu lagăre 0,97)	Cel puțin 0,96 (cu lagăre 0,95)	Cel puțin 0,94 (cu lagăre 0,92)

1 — Clasa criteriului de mers lin poate fi cu una mai grosolană.
2 — Clasa criteriului preciziei cinematice poate fi cu una mai grosolană.
3 — Recomandările pentru vitezele periferice sînt date numai pentru condiția realizării capacității de funcționare.
În cazul unor cerințe speciale cu privire la zgomot, vibrații etc., aceste cerințe trebuie considerate separat.

6.1.1. Angrenaje cilindrice. Pentru angrenajele cilindrice, STAS 6273-60 cuprinde 12 clase de precizie. Pe baza condițiilor de exploatare distingem angrenaje cinematice și angrenaje de transmitere a puterii. La cele din prima categorie erorile cinematice influențează precizia transmisiei. La angrenajele transmisiilor de putere nu se impun limite rigide în ceea ce privește erorile cinematice, ci se limitează erorilor ciclice, în scopul evitării unor suprasarcini dinamice mari. Pentru acest caz, mai frecvent întîlnit decît cel anterior, clasa de precizie se alege după tabelul 6.2.

Fiecare clasă de precizie este caracterizată de criterii ca: precizia cinematică a roții; funcționare lină în angrenare; contactul dintre dinți; jocul dintre flancuri și montajul.

Criteriile de precizie cuprind fie un indice de bază, fie un complex de indici de precizie. Indicii de precizie de bază și complexele de indici de precizie sînt echivalenți între ei și se prescriu în funcție de destinația angrenajului și de condițiile existente de control. Se admite combinarea criteriilor de precizie cinematică, de funcționare lină și de contact al dinților, care au toleranțe din diferite clase de precizie. Astfel criteriul de funcționare lină nu poate fi mai precis decît cu cel mult două clase, sau mai puțin precis decît cu o clasă față de criteriul de precizie cinematică. Criteriul de contact dintre dinți nu poate fi de clasă mai puțin precisă decît clasa de precizie a criteriului de funcționare lină a roții în angrenaj (toleranțele elementelor danturii care determină jocul dintre flancuri se aleg pentru aceeași clasă de precizie ca și clasa criteriului de funcționare lină).

Independent de clasa de precizie a angrenajelor cilindrice este necesar a se stabili felul jocului dintre flancuri. Astfel jocul notat cu JC (ajustaj liber) este jocul minim de bază dintre flancuri. Acesta asigură compensarea micșorării jocului datorită încălzirii angrenajului cînd diferența de temperatură este de 25°C față de carcasa reductorului (cînd coeficienții de dilatare sînt egali pentru roțile dințate și carcasă).

În caz general jocul necesar compensării dilatărilor diferite ale angrenajului și carcasei se determină cu relația:

$$j_{min} = A\,(\alpha_1 \Delta t_1 - \alpha_2 \Delta t_2)\; 2 \sin \alpha_{dn}, \tag{6.1}$$

in care: α_1 și Δt_1 sînt coeficientul de dilatare liniară și respectiv creșterea temperaturii roților dințate; α_2 și Δt_2 aceleași mărimi pentru carcasă; α_{dn} este unghiul de angrenare de divizare normal, iar A — distanța între axele roților.

Dacă trebuie limitată rotirea liberă a roții, se calculează jocul unghiular maxim posibil $j_{\chi\,max}$ din jocul maxim dintre flancuri:

$$j_{\chi\,max} = \frac{2\,j_{max}}{m_n \cdot z \cdot \cos \alpha_{dn}} \cdot 206 \text{ (secunde de unghi)} \tag{6.2}$$

Jocul maxim j_{max} nu este standardizat și se poate calcula cu formula:

$$j_{max} \cong j_{min} + [T_{x_{s_1}} + T_{x_{s_2}} + 2\,(AA)] \cdot 2 \sin \alpha_{dn}. \tag{6.3}$$

În funcție de condițiile de lucru ale angrenajului, în locul jocului de bază (JC), se admite alegerea altui joc dintre flancuri. În STAS 6273-60 se mai recomandă următoarele jocuri dintre flancuri:

J*E* — joc minim nul (ajustaj alunecător);
J*D* — joc minim micșorat (ajustaj semiliber);
J*A* — joc minim mărit (ajustaj larg).

În tabelele 6.3 și 6.4 se dau domeniile de aplicare a complexelor de indici de precizie folosiți la verificarea danturilor cilindrice, iar în tabelul 6.5 sînt indicate exemple de folosire a complexelor de indici în diferite ramuri ale construcției de mașini.

Valorile limită și toleranțele indicilor de precizie pentru criteriul de precizie cinematică, de funcționare lină și de contact dintre dinți, pentru clasele de precizie 5—9, care sînt cele mai uzuale, sînt date în tabelele 6.6 . . . 6.10. Valorile limită și toleranțele indicilor de precizie, pentru asigurarea jocului minim dintre flancuri, pentru clasele de precizie 6—9 sînt date în tabelele 6.11 . . . 6.13.

Tabelul 6.3

Domeniile de folosire a complexelor de indici de control pentru roţi dinţate cu dinţi drepţi şi înguste cu dinţi înclinaţi

Criteriul	Complexul de control	Simboluri	Clasa de precizie								
			3	4	5	6	7	8	9	10	11
			Diametrul de divizare maxim, în mm								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Precizia cinematică	Eroarea cinematică	*Ecn*	1250	1250	2000	2000	—	—	—	—	—
	Eroarea cumulată de pas	*Ecp*	5000	5000	5000	5000	5000	5000	—	—	—
	Bătaia radială a danturii şi variaţia lungimii peste dinţi	*br* şi *VLn*	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	—	—
	Bătaia radială a danturii şi eroarea de rostogolire	*br* şi *Erg*	5000	5000	5000	5000	—	—	—	—	—
	Variaţia distanţei de măsurat dintre axe la o rotaţie completă a roţii şi variaţia lungimii peste dinţi	*VAm* şi *VLn*	—	—	800	800	800	800	800	—	—
	Variaţia distanţei de măsurat dintre axe la o rotaţie completă a roţii şi eroarea de rostogolire	*VAm* şi *Erg*	—	—	800	800	800	800	800	—	—
	Bătaia radială a danturii	*br*	—	—	—	—	2000 5000	2000... 5000	2000... 5000	5000	5000
Funcţionarea lină	Eroarea ciclică	*Ecl*	5000	5000	5000	5000	—	—	—	—	—
	Abaterea pasului de bază şi variaţia pasului	*VAb* şi *Vp*	—	—	—	—	5000	5000	5000	—	—
	Abaterea pasului de bază şi eroarea formei profilului	*Apb* şi *Efp*	800	800	800	800	800	800	—	—	—
	Variaţia distanţei de măsurat dintre axe la rotirea cu un dinte	VAm_1	—	—	800	800	800	800	800	—	—
	Variaţia pasului	*Vp*	—	—	—	—	—	—	—	5000	5000
Contactul dintre dinţi	Pata de contact	*Pc*	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
	Eroarea direcţiei dintelui	*Ed*	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250
Jocul dintre flancuri	Deplasarea suplimentară a profilului	$x_{s\,min}$ şi Tx_s	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
	Abaterile distanţei de măsurat dintre axe	AAm_s şi AAm_i	—	—	800	800	800	800	800	—	—
Montaj	Erorile de la paralelismul axelor şi abaterea distanţei dintre axe	*Ex*, *Ey*, şi *AA*	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000

Tabelul 6.4

Domeniile de folosire a complexelor de indici de control pentru roți dințate late cu dinți înclinați

Criteriul	Complexul de control	Simboluri	Clasa de precizie: 3	4	5	6	7	8	9	10	11
			Diametrul de divizare maximă al roții, în mm								
Precizia cinematică	Eroarea cinematică	*Ecn*	5000	5000	5000	5000	—	—	—	—	—
	Eroarea cumulată de pas	*Ecp*	5000	5000	5000	5000	5000	5000	—	—	—
	Bătaia radială a danturii și variația lungimii peste dinți	*br* și *VLn*	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	—	—
	Bătaia radială și eroarea de rostogolire	*br* și *Erg*	5000	5000	5000	5000	—	—	—	—	—
	Bătaia radială a danturii	*br*	—	—	—	—	2000...5000	2000...5000	2000...5000	5000	5000
Funcționarea lină	Eroarea ciclică	*Ecl*	5000	5000	5000	5000	—	—	—	—	—
	Variația pasului	*Vp*	—	—	—	—	5000	5000	5000	5000	5000
Contactul dintre dinți	Pata de contact	*Pc*	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
	Abaterea pașilor axiali și eroarea direcției liniei de contact	*Ap* și *Ecl*	630	630	900	900	1250	1250	—	—	—
	Abaterea pașilor axiali, eroarea rectilinității liniei de contact și abaterea pasului de bază	*Apa*, *Erlc** și *Apb*	630	630	900	900	1250	1250	1250	—	—
Jocul dintre flancuri	Deplasarea suplimentară a profilului	$x_{s\,min}$ și Tx_s	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Montaj	Erorile de la paralelismul axelor și abaterea distanței dintre axe	*Ex*, *Ey* și *AA*	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000

* Funcție de lățimea danturii și lungimea liniei de contact.

Tabelul 6.5

Indicații pentru prescrierea indicilor de precizie

Criteriul	Roți cu dinți drepți sau roți înguste cu dinți înclinați $\left(\text{cu } l < \frac{4}{\sin \beta_d} m_n\right)$: pentru aparate de măsură și aparate de divizare	pentru aviație, automobile, mașini-unelte		pentru tractoare și macarale		pentru turbine	Roți cu dinți înclinați $\left(\text{cu } l > \frac{4}{\sin \beta_d} m_n\right)$: pentru reductoare	pentru laminoare
	Clasa de precizie					Clasa de precizie		
	3—5	5—6	6—7	8—9	9—11	3—5	6—8	8—10
Precizie cinematică a roții	*Ecn* sau *Ecp*	*Ecn* sau *Ecp*	*VAm* și *VLn* sau *br* și *VLn*	*VAm* și *VLn* sau *br* și *VLn*	*br*[1] și *VLn* sau *br*[1]	*br* și *Erg*	*br* și *Erg* sau *Ecp*	*br*[1] și *VLn* sau *br*[1]
Funcționare lină în angrenaj	*Ecl* sau *Apb* și *Efp*	*Apb* și *Efp*	VAm_1 sau *Apb* și *Vp*	VAm_1 sau *Apb* și *Vp*	*Apb* și *Vp* sau *Vp*[2]	*Ecl*	*Ecl* sau *Vp*	*Vp*
Contactul dintre dinți	*Ed*	*Ed*	*Pc* sau *Ed*	*Pc* sau *Ed*	*Pc*	*Pc* sau *Apa*, *Erlc* și *Apb*	*Pc* sau *Apa* *Erlc*, *Apb*	*Pc*
Joc minim garantat	x_s	x_s	*AA* sau *VLn*	*AA* sau *VLn*	*VLn*	*Vp*	x_s sau *VLn*	x_s sau *VLn*

[1] Conform STAS 6273-60, pentru criteriul de precizie cinematică se admite alegerea numai a indicelui de precizie *br*., în cazul claselor de precizie 7, 8 și 9 la diametre de divizare peste 2000 mm și a claselor de precizie 10 și 11 la orice diametru de divizare.

[2] Idem pentru criteriul de funcționare lină în angrenaj, se admite alegerea numai a indicelui de precizie *Vp*, în cazul claselor de precizie 10 și 11.

Toleranțe pentru criteriul de precizie cinematică a roților dințate cilindrice late cu dinții înclinați și cu dinți în V $\left(\text{cu lățimea coroanei dințate sau a jumătății coroanei la dinți în V peste } \frac{4}{\sin \beta_d} \cdot m_n\right)$, în μm (extras STAS 6273–60)

Clasa de precizie	Simbolul	Modulul normal m_n, mm	Diametrul roții, mm										
			Pînă la 50	Peste 50 pînă la 80	Peste 80 pînă la 120	Peste 120 pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800	Peste 800 pînă la 1250	Peste 1250 pînă la 2000	Peste 2000 pînă la 3150	Peste 3150 pînă la 5000
5	*Tcn*	Peste 1 pînă la 16	20	26	30	36	45	55	70	85	110	150	200
	Tcp	Peste 1 pînă la 16	16	20	25	30	36	45	55	70	90	105	150
	Tbr	Peste 1 pînă la 16	12	17	20	24	28	32	38	48	55	65	85
	TVLn	Peste 1 pînă la 16	6,5	9,5	11,5	14	19	25	32	42	58	—	—
	Trg	Peste 1 pînă la 16	95	58	48	38	28	24	19	17	14	12	11
6	*Tcn*	Peste 1 pînă la 16	32	42	48	55	70	90	110	130	180	240	320
	Tcp	Peste 1 pînă la 16	25	32	40	48	55	70	90	110	140	170	240
	Tbr	Peste 1 pînă la 16	20	26	32	38	45	50	58	75	90	105	130
	TVLn	Peste 1 pînă la 16	10,5	15	19	22	30	40	50	65	95	—	—
	Trg	Peste 1 pînă la 16	150	95	75	58	48	38	30	26	22	20	18
7	*Tcp*	Peste 1 pînă la 30	40	50	60	75	90	110	140	180	220	260	380
	Tbr	Peste 1 pînă la 30	32	42	50	58	70	80	95	115	140	170	210
	TVLn	Peste 1 pînă la 30	17	24	30	36	48	60	80	105	150	—	—
8	*Tcp*	Peste 1 pînă la 50	60	80	100	115	140	180	220	280	360	420	600
	Tbr	Peste 1 pînă la 50	50	65	80	95	110	120	150	190	220	260	340
	TVLn	Peste 1 pînă la 50	26	38	48	55	75	100	120	170	240	—	—
9	*Tbr*	Peste 2,5 pînă la 50	80	105	120	150	180	200	240	300	360	420	530
	TVLn	Peste 2,5 pînă la 50	42	58	75	90	115	160	190	260	380	—	—

Observații:

1 — Simbolurile au următoarele semnificații: *Tcn* — toleranța erorii cinematice; *Tcp* — toleranța erorii cumulate de pas; *Tbr* — toleranța bătăii radiale; *TVLn* — toleranța variației lungimii peste dinți; *Trg* — toleranța erorii de rostogolire.

2. Eroarea cumulată de pas pe 1/6 din circumferință sau pe lungimea arcului de cerc, corespunzător celui mai apropiat număr întreg de dinți, nu trebuie să depășească, jumătate din toleranța erorii cumulate a pasului.

3 — Pentru simbolul *Trg* unitatea de măsură este secunda de unghi.

Toleranțele la diametrul exterior al roților dințate cilindrice se aleg din tabelul 6.14. În cazul în care diametrul exterior nu influențează dimensiunile măsurate ale danturii, toleranța lui se va considera în general h 11.

În funcție de clasa de precizie, în care sînt executate roțile dințate, rugozitatea suprafeței flancurilor nu trebuie să depășească valorile date în tabelul 6.15.

După STAS 6273-60 se admite ca una din mărimile din complex să depășească valoarea limită, dacă influența totală a acestor mărimi nu depășește *Tcn*. Această condiție, ținînd seama de notațiile date în tabelul 6.3, se exprimă:

— la verificarea cu complexul *VAm* și *VLn*:

$$VLn + VAm - VAm_1 \leqslant Tcn; \tag{6.4}$$

— la verificarea cu complexul *br* și *VLn*:

$$VLn + br \leqslant Tcn; \tag{6.5}$$

— la verificarea cu complexul *VAm* și *Erg*:

$$\frac{Erg \cdot Dd}{412} + VAm - VAm_1 \leqslant Tcn; \tag{6.6}$$

— la verificarea cu complexul *br* și *Erg*:

$$\frac{Erg \cdot Dd}{412} + br \leqslant Tcn. \tag{6.7}$$

Tabelul 6.7

Toleranțe pentru criteriul de precizie cinematică a roților dințate cilindrice cu dinți drepți și a roților înguste cu dinți înclinați $\left(\text{cu lățimea coroanei dințate sau a jumătății coroanei la dinți în V mai mică decît } \frac{4}{\sin \beta_d} \cdot m_n \right)$, în μm (extras STAS 6273-60)

Clasa de precizie	Simbolul	Modulul normal, m_n, mm	Diametrul roții mm: Pînă la 50	Peste 50 pînă la 80	Peste 80 pînă la 120	Peste 120 pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800	Peste 800 pînă la 1250	Peste 1250 pînă la 2000	Peste 2000 pînă la 3150	Peste 3150 pînă la 5000
5	*Tcn*	Peste 1 pînă la 2,5	25	32	36	42	50	60	80	90	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	26	34	38	42	50	60	80	90	115	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	36	40	45	52	65	80	90	115	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	42	48	55	70	85	95	120	—	—
	TVAm	Peste 1 pînă la 2,5	28	32	34	38	42	48	52	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	30	34	38	40	48	52	55	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	40	42	48	52	55	58	—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	52	55	58	60	65	—	—	—	—
	Tcp, Tbr, TVLn, Trg, conform tabelului 6.6												
6	*Tcn*	Peste 1 pînă la 2,5	40	50	55	65	80	100	120	140	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	42	52	58	65	80	100	120	140	190	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	55	60	70	85	105	120	140	190	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	65	75	90	110	130	150	200	—	—
	TVAm	Peste 1 pînă la 2,5	45	50	52	58	65	75	85	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	48	52	58	60	75	85	90	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	60	65	75	85	90	95	—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	85	90	95	100	105	—	—	—	—
	Tcp, Tbr, TVLn, Trg, conform tabelului 6.6												
7	*TVAm*	Peste 1 pînă la 2,5	70	80	85	95	105	115	130	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	75	85	95	100	115	130	140	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	100	105	115	130	140	150	—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	130	140	150	160	170	—	—	—	—
	Tcp, Tbr, TVLn, conform tabelului 6.6												
8	*TVAm*	Peste 1 pînă la 2,5	110	120	130	150	170	190	210	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	115	130	150	160	190	210	220	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	160	170	190	210	220	240	—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	210	220	240	250	260	—	—	—	—
	Tcp, Tbr, TVLn, conform tabelului 6.6												
9	*TVAm*	Peste 2,5 pînă la 6	190	210	240	250	300	340	360	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	250	260	300	340	360	380	—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	340	360	380	400	420	—	—	—	—
	Tbr, TVLn, conform tabelului 6.6												

Observație: Simbolurile au aceeași semnificație ca în tabelul 6.6.
Simbolul *TVAm* reprezintă toleranța variației distanței de măsurat dintre axe la o rotație completă a roții.

Tabelul 6.8

Toleranțe pentru criteriul de funcționare lină a roților cilindrice late cu dinți înclinați și în V $\left(\right.$ cu lățimea coroanei dințate sau a jumătății coroanei la dinți în V mai mare decît $\frac{4}{\sin \beta_d} \cdot m_n \left.\right)$ în µm (extras STAS 6273/60)

Clasa de precizie	Simbolul	Modulul normal m_n, mm	Diametrul roții mm										
			Pînă la 50	Peste 50 pînă la 80	Peste 80 pînă la 120	Peste 120 pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800	Peste 800 pînă la 1250	Peste 1250 pînă la 2000	Peste 2000 pînă la 3150	Peste 3150 pînă la 5000
5	*Tcl*	Peste 1 pînă la 16	2,0	2,5	2,8	3,6	4,2	4,8	5,2	6	8	9	10
6	*Tcl*	Peste 1 pînă la 16	3,0	4	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	10	12	14	16
7	*TVp*	Peste 1 pînă la 2,5	14	15	16	17	19	22	26	34	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	17	18	19	20	22	24	30	36	48	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	21	22	24	25	28	32	40	52	70	100
		Peste 10 pînă la 16	—	—	26	28	30	34	38	45	58	75	105
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	38	40	45	48	55	65	85	115
8	*TVp*	Peste 1 pînă la 2,5	22	24	25	26	30	36	42	52	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	26	28	30	32	36	38	48	55	75	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	34	36	38	40	45	50	60	85	110	160
		Peste 10 pînă la 16	—	—	42	45	48	52	58	70	95	115	170
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	58	60	70	75	90	105	130	190
		Peste 30 pînă la 50	—	—	—	—	95	100	105	115	130	170	210
9	*TVp*	Peste 2,5 pînă la 6	42	45	48	50	55	58	75	90	115	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	52	55	58	60	70	80	100	130	180	250
		Peste 10 pînă la 16	—	—	65	70	75	85	95	110	150	190	260
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	95	100	110	115	140	170	210	300
		Peste 30 pînă la 50	—	—	—	—	150	160	170	190	210	260	340

Observații:

1 — Simbolurile au următoarele semnificații: *Tcl* — toleranța erorii ciclice; *TVp* — toleranța variației pasului.

2 — Pentru roțile dințate din clasa de precizie 5 și 6 se admite existența unor erori ciclice locale izolate, a căror valoare să nu depășească valoarea dublă a toleranței.

3 — Se admite limitarea numărului de cicluri pe o rotație sub care nu se consideră *Tcl*; de exemplu nu se consideră *Tcl* pentru un număr de cicluri mai mic de ... (se indică numărul de cicluri repetate care nu ă naștere la vibrații periculoase în angrenaj.

Toleranțe pentru criteriul de funcționare lină a roților dințate cilindrice cu dinți drepți și a roților inguste cu dinți înclinați $\left(\text{cu lățimea coroanei dințate sau a jumătății coroanei la dinți în V mai mică decît } \frac{4}{\sin \beta_d} \cdot m_n\right)$, în μm (extras STAS 6273-60)

Clasa de precizie	Simbolul	Modulul normal m_n, mm	Diametrul roții, mm										
			Pînă la 50	Peste 50 pînă la 80	Peste 80 pînă la 120	Peste 120 pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800	Peste 800 pînă la 1250	Peste 1250m pînă la 2000	Peste 2000 pînă la 3150	Peste 3150 pînă la 5000
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	*Tcl*	Peste 1 pînă la 2,5						6					
		Peste 2,5 pînă la 6						7					
		Peste 6 pînă la 10						9					
		Peste 10 pînă la 16						11,5					
	Ap_{bs} Ap_{bi}	Peste 1 pînă la 2,5						±6					
		Peste 2,5 pînă la 6						±7					
		Peste 6 pînă la 10						±9					
		Peste 10 pînă la 16						±11,5					
	Tfp	Peste 1 pînă la 2,5	6	6,5	7	8	9	10,5	12	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	7,5	8	8,5	9	10	11	13	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	10	10,5	11	11,5	12	15	—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	12	13	14	15	18	—	—	—	—
	$TVAm_1$	Peste 1 pînă la 2,5						14		—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6						18		—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10						25		—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16						32		—	—	—	—
6	*Tcl*	Peste 1 pînă la 2,5						10					
		Peste 2,5 pînă la 6						11					
		Peste 6 pînă la 10						14					
		Peste 10 pînă la 16						19					
	Ap_{bs} Ap_{bi}	Peste 1 pînă la 2,5						±10					
		Peste 2,5 pînă la 6						±11					
		Peste 6 pînă la 10						±14					
		Peste 10 pînă la 16						±19					
	Tfp	Peste 1 pînă la 2,5	10	10,5	11	12	14	17	20	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	11,5	12	13	14	16	18	21	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10		16	17	18	19	20	24	—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16			20	21	22	24	28	—	—	—	—
	$TVAm_1$	Peste 1 pînă la 2,5						22		—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6						28		—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10						40		—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16						50		—	—	—	—
7	Ap_{bs} Ap_{bi}	Peste 1 pînă la 2,5						±16					
		Peste 2,5 pînă la 6						±18					
		Peste 6 pînă la 10						±22					
		Peste 10 pînă la 16						±30					
		Peste 16 pînă la 30						±45					

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7	*Tfp*	Peste 1 pînă la 2,5	16	17	18	20	22	26	32	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	19	20	21	22	25	28	34	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	25	26	28	30	32	38	—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	32	34	36	38	45	—	—	—	—
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	45	48	50	58	—	—	—	—
	TVAm$_1$	Peste 1 pînă la 2,5						36		—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6						45		—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10						60		—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16						80		—	—	—	—
	TVp	Conform tabelului 6.8											
8	*Ap*$_{bs}$ *Ap*$_{bi}$	Peste 1 pînă la 2,5						±25					
		Peste 2,5 pînă la 6						±28					
		Peste 6 pînă la 10						±36					
		Peste 10 pînă la 16						±48					
		Peste 16 pînă la 30						±70					
		Peste 30 pînă la 50						±105					
	Tfp	Peste 1 pînă la 2,5	25	26	28	32	36	42	50	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	30	32	34	36	40	45	52	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	40	42	45	48	50	58	—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	50	52	55	58	70	—	—	—	—
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	70	75	80	95	—	—	—	—
	TVAm$_1$	Peste 1 pînă la 2,5				55				—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6				70				—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10				100				—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16				120				—	—	—	—
	TVp	Conform tabelului 6.8											
9	*Ap*$_{bs}$ *Ap*$_{bi}$	Peste 2,5 pînă la 6						±45					
		Peste 6 pînă la 10						±55					
		Peste 10 pînă la 16						±75					
		Peste 16 pînă la 30						±110					
		Peste 30 pînă la 50						±170					
	TVAm$_1$	Peste 2,5 pînă la 6				110				—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10				160				—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16				200				—	—	—	—
	TVp	Conform tabelului 6.8											

Observații:

1. Simbolurile au aceeași semnificație ca în tabelul 6.8 la care se adaugă: *Ap*$_{bs}$, *Ap*$_{bi}$ — abaterile limită superioară și inferioară ale pasului de bază; *Tfp* — toleranța erorii profilului; *TVAm*$_1$ — toleranța variației distanței de măsurat dintre axe la rotirea roții cu un dinte.
2. Pentru clasele de precizie 5—8 diferența maximă dintre pașii de bază ai danturii unei roți dințate trebuie să fie cel mult egală cu abaterea limită (superioară sau inferioară) a pasului de bază.
3. În cazul în care la verificarea unghiului de angrenare este egal cu unghiul de angrenare la prelucrare, variația distanței de măsurat dintre axe la rotirea cu un dinte nu trebuie să depășească 0,8 *TVAm*$_1$.

Toleranța pentru criteriul de contact dintre dinți, în μm (extras STAS 6273-60)

Clasa de precizie	Simbolul	Modulul normal m_n, mm	Lățimea roții sau lungimea liniei de contact, mm								
			Pînă la 55	Peste 55 pînă la 110	Peste 110 pînă la 160	Peste 160 pînă la 220	Peste 220 pînă la 320	P3ste 320 pînă la 450	Peste 450 pînă la 630	Peste 630 pînă la 900	Peste 900 pînă la 1250
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	*Pc*	Peste 1 pînă la 16					În înălțime cel puțin 55% În lungime cel puțin 80%				
	Ap_{as}, Ap_{ai}	Peste 1 pînă la 16	±10,5	±11,5	±13	±15	±18	±21	±25	±32	±40
	Td, Tx, Ty	Peste 1 pînă la 16	10,5	11,5	13	15	18	21	25	32	40
	Tlc	Peste 1 pînă la 2,5	12	14	16	—	—	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	16	17	18	20	21	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	20	21	21	22	24	26	30	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	24	25	26	28	32	36	38	—
	Trlc	Peste 1 pînă la 2,5	11	11,5	13	—	—	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	12	14	15	16	18	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	16	17	18	19	21	22	25	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	22	22	24	25	26	30	34	—
	Ap_{bs} Ap_{bi}	Peste 1 pînă la 2,5					±10				
		Peste 2,5 pînă la 6					±11				
		Peste 6 pînă la 10					±14				
		Peste 10 pînă la 16					±19				
6	*Pc*	Peste 1 pînă la 16					În înălțime cel puțin 50% În lungime cel puțin 70%				
	Ap_{as}, Ap_{ai}	Peste 1 pînă la 16	±13	±15	±17	±19	±22	±26	±32	±40	±50
	Td, Tx, Ty	Peste 1 pînă la 16	13	15	17	19	22	26	32	40	50
	Tlc	Peste 1 pînă la 2,5	16	18	20	—	—	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	20	21	22	25	26	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	25	26	26	28	30	34	38	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	30	32	34	36	40	45	48	—
	Trlc	Peste 1 pînă la 2,5	14	15	17	—	—	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	16	18	19	20	22	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	20	21	22	24	26	28	32	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	28	28	30	32	34	38	42	—
	Ap_{bs} Ap_{bi}	Peste 1 pînă la 2,5					±12				
		Peste 2,5 pînă la 6					±14				
		Peste 6 pînă la 10					±18				
		Peste 10 pînă la 16					±24				
7	*Pc*	Peste 1 pînă la 30					În înălțime cel puțin 45% În lungime cel puțin 60%				
	Ap_{as}, Ap_{ai}	Peste 1 pînă la 30	±17	±19	±21	±24	±28	±34	±40	±50	±60
	Td, Tx, Ty	Peste 1 pînă la 30	17	19	21	24	28	34	40	50	60
	Tlc	Peste 1 pînă la 2,5	20	22	25	—	—	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	25	26	28	32	34	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	32	34	34	36	38	42	48	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	38	40	42	45	50	55	58	—
		Peste 16 pînă la 30	—	—	55	55	58	60	70	75	85

Tabelul 6.10 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Peste 1 pînă la 2,5	18	19	21	—	—	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	20	22	24	25	28	—	—	—	—
7	*Trlc*	Peste 6 pînă la 10	25	26	28	30	34	36	40	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	36	36	38	40	42	48	52	—
		Peste 16 pînă la 30	—	—	45	45	48	52	55	60	75
		Peste 1 pînă la 2,5					±16				
		Peste 2,5 pînă la 6					±18				
	Ap_{bs} Ap_{bi}	Peste 6 pînă la 10					±22				
		Peste 10 pînă la 16					±30				
		Peste 16 pînă la 30					±45				
	Pc	Peste 1 pînă la 50					În înălțime cel puțin 40% În lungime cel puțin 50%				
	Ap_{as} Ap_{ai}	Peste 1 pînă la 50	±21	±24	±26	±30	±36	±42	±50	±60	±80
	Td, Tx, Ty	Peste 1 pînă la 50	21	24	26	30	36	42	50	60	80
8		Peste 1 pînă la 2,5	25	28	32	—	—	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	32	34	36	40	42	—	—	—	—
	Tlc	Peste 6 pînă la 10	40	42	42	45	48	52	58	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	48	50	52	55	60	70	75	—
		Peste 16 pînă la 30	—	—	70	70	75	80	90	95	105
		Peste 30 pînă la 50	—	—	—	—	95	100	105	115	130
		Peste 1 pînă la 2,5	22	24	25		—	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	25	29	30	32	36		—	—	—
	Trlc	Peste 6 pînă la 10	32	34	36	38	42	45	50	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	45	45	48	50	52	58	65	—
		Peste 16 pînă la 30	—	—	55	55	58	65	70	80	95
		Peste 30 pînă la 50	—	—	—	—	85	90	95	100	110
		Peste 1 pînă la 2,5					±20				
		Peste 2,5 pînă la 6					±22				
	Ap_{bs} Ap_{bi}	Peste 6 pînă la 10					±28				
		Peste 10 pînă la 16					±38				
		Peste 16 pînă la 30					±55				
		Peste 30 pînă la 50					±85				
	Pc	Peste 2,5 pînă la 50					În înălțime cel puțin 30% În lungime cel puțin 40%				
	Ap_{as}, Ap_{ai}	Peste 2,5 pînă la 50	±26	±30	±34	±38	±45	±52	±60	±80	±100
	Td, Tx, Ty	Peste 2,5 pînă la 50	26	30	34	38	45	52	60	80	100
		Peste 2,5 pînă la 6	32	36	38	40	45	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	40	42	45	48	52	55	60	—	—
9	*Trlc*	Peste 10 pînă la 16	—	55	55	58	60	65	75	85	—
		Peste 16 pînă la 30	—	—	70	70	75	85	90	100	115
		Peste 30 pînă la 50	—	—	—	—	105	110	115	120	140
		Peste 2,5 pînă la 6					±28				
		Peste 6 pînă la 10					±36				
	Ap_{bs} Ap_{bi}	Peste 10 pînă la 16					±48				
		Peste 16 pînă la 30					±70				
		Peste 30 pînă la 50					±105				

Observații:

1. Simbolurile au următoarele semnificații: Ap_{as} și Ap_{ai} — abaterile superioare și inferioare ale pașilor axiali; *Tlc* — toleranța erorii direcției liniei de contact; *Trlc* — toleranța erorii rectilinității liniei de contact; Ap_{bs} și Ap_{bi} — abaterile limită ale pasului de bază; *Td* — toleranța erorii direcției dintelui la roți cu dinți drepți și roți înguste cu dinți înclinați; *Tx* și *Ty* toleranțele erorilor de la paralelismul axelor.
2. *Tlc* și *Trlc* se stabilesc în funcție de lungimea liniei de contact.
3. Pentru simbolul *Pc*, unitatea de măsură μm nu este valabilă.

Tabelul 6.11

Jocul minim dintre flancuri și abaterile distanței dintre axe, în μm (extras STAS 6273-60)

Felul jocului	Simbolul	Distanța dintre axe, în mm										
		Pînă la 50	Peste 50 pînă la 80	Peste 80 pînă la 120	Peste 120 pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800	Peste 800 pînă la 1250	Peste 1250 pînă la 2000	Peste 2000 pînă la 3150	Peste 3150 pînă la 5000
JE	J_{min}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JD		42	52	65	85	105	130	170	210	260	360	420
JC		85	105	130	170	210	260	340	420	530	710	850
JA		170	210	260	340	420	530	670	850	1060	1400	1700
JE	AA_s AA_i	±25	±32	±36	±42	±50	±60	±70	±80	±95	±110	±130
JD		±40	±50	±55	±65	±80	±100	±110	±120	±150	±180	±210
JC		±60	±80	±90	±105	±120	±160	±180	±200	±250	±280	±340
JA		±100	±120	±140	±170	±200	±250	±280	±320	±400	±450	±530
Pentru toate felurile de joc	AAm_s	Pentru roțile cu dantură exterioară este egală cu $TVAm_1$ cu semnul plus Pentru roțile cu dantură interioară este egală cu Tx_s cu semnul plus										
	AAm_i	Pentru roțile cu dantură exterioară este egală cu Tx_s cu semnul plus Pentru roțile cu dantură interioară este egală cu $TVAm_1$ cu semnul plus										

Observație. Simbolurile au următoarele semnificații: JE — joc minim nul; JD — joc minim micșorat; JC — joc minim de bază; JA — joc minim mărit; AA_s și AA_i — abaterile limită ale distanței dintre axe; AAm_s și AAm_i — abaterile limită ale distanței de măsurat dintre axe; Tx_s — Vezi observația de la tabelul 6.12.

Tabelul 6.12

Toleranța deplasării suplimentare a profilului, în μm (extras STAS 6273-60)

Felul jocului	Simbolul	Toleranța bătăii radiale a danturii *Tbr*, μm							
		Pînă la 6	Peste 6 la 8	Peste 8 la 10	Peste 10 la 12	Peste 12 la 16	Peste 16 la 20	Peste 20 la 25	Peste 25 la 32
JE	Tx_s	26	28	30	32	38	42	48	55
JD		34	36	40	42	48	52	60	70
JC		42	45	50	55	60	70	80	90
JA		52	58	60	65	75	85	95	110

Felul jocului	Simbolul	Toleranța bătăii radiale a danturii *Tbr*, μm							
		Peste 32 la 40	Peste 40 la 50	Peste 50 la 60	Peste 60 la 80	Peste 80 la 100	Peste 100 la 120	Peste 120 la 160	Peste 160 la 200
JE	Tx_s	65	75	85	110	130	150	190	240
JD		80	95	110	140	170	190	250	300
JC		105	120	140	180	210	250	320	400
JA		130	150	170	220	260	300	400	480

Felul jocului	Simbolul	Toleranța bătăii radiale a danturii *Tbr*, μm							
		Peste 200 la 2550	Peste 20 la 350	Peste 350 la 400	Peste 400 la 500	Peste 500 la 630	Peste 630 la 800	Peste 800 la 1000	Peste 1000
JE	Tx_s	300	380	450	560	710	900	1120	1400
JD		380	480	600	750	900	1120	1400	1800
JC		480	600	750	950	1180	1400	1800	2350
JA		600	750	950	1120	1400	1800	2240	2800

Observație. Simbolurile pentru jocul dintre flancuri au aceeași semnificație ca în tabelul 6.11 Tx_s — toleranța deplasării suplimentare a profilului (cîmpul de toleranță înspre corpul roții).

În aceste formule toate mărimile sînt date în micrometri, cu excepția diametrului de divizare *Dd* (în milimetri) și a erorii de rostogolire *Erg* (în secunde de unghi).

Toleranțele semifabricatului roții dințate se aleg de proiectant după considerente funcționale. În cazul în care fețele semifabricatului servesc ca bază tehnologică sau de măsurare, la alegerea toleranțelor se urmărește ca:

a. Toleranța bătăii frontale pentru o dantură Tbf_{100} (cu diametrul de divizare de 100 mm) să se aleagă după tabelul 6.16, pentru cazul în care fața frontală este baza tehnologică la danturare. Dacă diametrul roții este diferit de 100 mm, valorile din tabel se înmulțesc cu raportul $Dd/100$;

b. Toleranța bătăii radiale a cilindrului de vîrf TbD_e să se aleagă după tabelul 6.17, pentru cazul în care cilindrul de vîrf este folosit ca bază tehnologică și după tabelul 6.18, cînd cilindrul de vîrf este folosit ca bază de măsurare. Dacă cilindrul de vîrf este atît bază tehnologică cît și bază de măsurare se alege valoarea mai mică TbD_e dintre cele indicate în tabelele 6.17 și 6.18;

c. Toleranța la diametrul nominal al cilindrului de vîrf TD_e să se aleagă după tabelul 6.19, pentru cazul în care acest cilindru este folosit ca bază de măsurare, fără a se ține seama de valoarea efectivă a diametrului său. Dacă la verificări se ține seama de diametrul efectiv de vîrf $D_{e\,ef}$, toleranța acestuia se alege cu poziția *h* și o precizie care să nu ducă la o reducere mai mare a înălțimii dintelui decît 0,05 m_n la clasele de precizie a danturii 3 . . . 7 sau decît 0,1 m_n la clasele mai grosolane (adică $TD_e \leq 0{,}1\ m_n$, respectiv $TD_e \leq 0{,}2\ m_n$);

Deplasarea suplimentară minimă a profilului, în μm (extras STAS 6273-60)

Clasa de precizie	Felul jocului	Simbolul	Modulul normal m_n, mm	Diametrul roţii, mm										
				Pînă la 50	Peste 50 pînă la 80	Peste 80 pînă la 120	Peste 120 pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800	Peste 800 pînă la 1250	Peste 1250 pînă la 2000	Peste 2000 pînă la 3150	Peste 3150 pînă la 5000
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	JE	$x_{s\,min}$	Peste 1 pînă la 2,5	20	24	25	28	32	36	42	48	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	20	25	26	28	34	38	42	48	52	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	26	28	30	34	40	45	50	55	65	75
			Peste 10 pînă la 16	—	—	30	32	36	42	48	52	58	65	75
	JD		Peste 1 pînă la 2,5	60	70	85	105	120	150	190	220	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	60	75	85	105	130	150	190	220	280	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	75	85	105	130	160	190	220	280	360	420
			Peste 10 pînă la 16	—	—	85	105	130	160	190	220	280	360	420
	JC		Peste 1 pînă la 2,5	100	120	150	180	220	280	340	420	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	100	130	150	180	220	280	340	420	530	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	130	150	190	220	280	340	420	530	670	800
			Peste 10 pînă la 16	—	—	150	190	220	280	340	420	530	670	800
	JA		Peste 1 pînă la 2,5	180	220	270	340	420	530	630	800	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	180	220	270	340	420	530	630	800	1000	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	220	270	340	420	530	630	800	1000	1250	1500
			Peste 10 pînă la 16	—	—	280	340	420	530	630	800	1000	1250	1500
6	JE	$x_{s\,min}$	Peste 1 pînă la 2,5	24	28	30	32	36	42	48	52	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	25	28	32	34	38	45	48	55	58	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	30	34	36	40	45	50	55	60	70	80
			Peste 10 pînă la 16	—	—	36	38	42	48	55	58	65	75	85
	JD		Peste 1 pînă la 2,5	65	75	85	105	130	160	190	220	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	65	75	90	110	130	160	190	220	280	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	80	90	110	130	160	190	220	280	360	420
			Peste 10 pînă la 16	—	—	95	115	130	160	200	240	280	360	420
	JC		Peste 1 pînă la 2,5	105	130	150	190	220	280	340	420	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	105	130	150	190	220	280	360	420	530	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	130	160	190	220	280	360	420	530	670	800
			Peste 10 pînă la 16	—	—	160	190	220	280	360	420	530	670	800
	JA		Peste 1 pînă la 2,5	190	220	280	340	420	530	630	800	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	190	220	280	340	420	530	630	800	1000	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	220	280	340	420	530	630	800	1000	1250	1500
			Peste 10 pînă la 16	—	—	280	360	420	530	630	800	1000	1250	1500
7	JE	$x_{s\,min}$	Peste 1 pînă la 2,5	28	32	34	36	40	45	50	55	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	30	34	36	38	42	48	52	58	65	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	36	38	40	45	50	55	60	65	75	85
			Peste 10 pînă la 16	—	—	42	45	50	55	60	65	70	80	90
			Peste 16 pînă la 30	—	—	—	58	60	65	70	75	80	85	95
	JD		Peste 1 pînă la 2,5	65	80	90	110	130	160	190	220	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	70	80	95	115	130	160	200	240	280	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	85	95	115	140	170	200	240	280	380	420
			Peste 10 pînă la 16	—	—	100	120	140	170	200	240	280	380	420
			Peste 16 pînă la 30	—	—	—	130	150	180	200	250	300	380	450

Clasa de precizie	Felul jocului	Simbolul	Modulul normal m_n, mm	Diametrul roţii, mm										
				Pînă la 50	Peste 50 pînă la 80	Peste 80 pînă la 120	Peste 120 pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800	Peste 500 pînă la 800	Peste 1250 pînă la 2000	Peste 2000 pînă la 3150	Peste 3150 pînă la 5000
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7	JC	$x_{s\,min}$	Peste 1 pînă la 2,5	110	130	160	190	220	280	360	420	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	110	130	160	190	240	280	360	420	530	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	140	160	200	240	300	360	420	530	670	800
			Peste 10 pînă la 16	—	—	160	200	250	300	360	420	530	670	800
			Peste 16 pînă la 30	—	—	—	210	250	300	380	450	560	710	850
	JA		Peste 1 pînă la 2,5	190	220	280	360	420	530	630	800	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	190	240	280	360	420	530	630	800	1000	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	240	280	360	420	530	630	800	1000	1250	1500
			Peste 10 pînă la 16	—	—	280	360	420	530	670	800	1000	1250	1500
			Peste 16 pînă la 30	—	—	—	380	450	560	670	800	1000	1250	1500
8	JD	$x_{s\,min}$	Peste 1 pînă la 2,5	75	85	100	120	140	170	200	240	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	75	90	100	120	140	170	200	240	280	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	95	105	120	150	180	210	240	300	380	450
			Peste 10 pînă la 16	—	—	110	130	150	180	220	250	300	380	450
			Peste 16 pînă la 30	—	—	—	150	170	200	240	260	320	400	450
			Peste 30 pînă la 50	—	—	—	—	190	220	260	280	340	420	480
	JC		Peste 1 pînă la 2,5	115	140	160	200	240	300	360	420	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	120	140	170	200	240	300	360	420	530	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	150	170	200	250	300	360	450	530	710	800
			Peste 10 pînă la 16	—	—	180	210	250	300	380	450	560	710	850
			Peste 16 pînă la 30	—	—	—	220	260	320	400	450	560	710	850
			Peste 30 pînă la 50	—	—	—	—	280	340	400	480	600	750	850
	JA		Peste 1 pînă la 2,5	200	240	280	360	420	530	670	800	—	—	—
			Peste 2,5 pînă la 6	200	240	280	360	420	530	670	800	1000	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	240	300	360	450	530	670	800	1000	1250	1500
			Peste 10 pînă la 16	—	—	300	380	450	560	670	800	1000	1320	1500
			Peste 16 pînă la 30	—	—	—	380	450	560	670	850	1000	1320	1600
			Peste 30 pînă la 50	—	—	—	—	480	600	710	850	1060	1320	1600
9	JD	$x_{s\,min}$	Peste 2,5 pînă la 6	90	100	110	130	150	180	220	250	300	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	105	120	140	160	190	220	260	300	400	450
			Peste 10 pînă la 16	—	—	130	150	170	200	240	260	320	400	480
			Peste 16 pînă la 30	—	—	—	170	190	220	260	300	340	420	480
			Peste 30 pînă la 50	—	—	—	—	240	260	300	320	380	480	530
	JC		Peste 2,5 pînă la 6	130	150	180	210	250	300	380	450	560	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	160	180	220	260	320	380	450	560	710	850
			Peste 10 pînă la 16	—	—	200	240	260	320	400	450	560	710	850
			Peste 16 pînă la 30	—	—	—	250	300	340	420	480	600	750	850
			Peste 30 pînă la 50	—	—	—	—	320	380	450	530	630	800	900
	JA		Peste 2,5 pînă la 6	210	250	300	380	450	560	670	800	1000	—	—
			Peste 6 pînă la 10	—	260	300	380	450	560	670	800	1000	1320	1500
			Peste 10 pînă la 16	—	—	320	380	450	560	670	850	1060	1320	1600
			Peste 16 pînă la 30	—	—	—	420	480	600	710	850	1060	1320	1600
			Peste 30 pînă la 50	—	—	—	—	530	630	750	900	1120	1400	1600

Observaţii:

1. Simbolurile pentru jocul dintre flancuri au aceeaşi semnificaţie ca în tabelul 6.11, x_{smin} — deplasarea suplimentară minimă a profilului.
2. Valorile din tabel se iau cu semnul minus pentru roţi cu dantură exterioară şi cu semnul plus pentru roţi cu dantură interioară.

Tabelul 6.14

Toleranţe la diametrul exterior al roţilor dinţate cilindrice, în µm

Clasa de precizie a roţii dinţate	Diametrul roţii dinţate, mm								
	Pînă la 50	50—80	80—120	120—200	200—320	320—500	500—800	800—1250	1250—2000
5 şi 6	25	30	35	40	50	60	80	100	120
7 şi 8	50	60	70	80	100	120	160	200	250

Observaţii:
1. Abaterile se consideră în minus faţă de diametrul nominal exterior al roţilor dinţate cilindrice cu dantură exterioară şi în plus pentru roţile dinţate cilindrice cu dantură interioară.
2. În cazul măsurării cotei peste n dinţi, toleranţa diametrului exterior se recomandă a fi h8.

Tabelul 6.15

Rugozitatea suprafeţei flancurilor roţilor dinţate cilindrice în funcţie de clasa de precizie în care sînt executate

Clasa de precizie a roţii dinţate	Rugozitatea suprafeţei flancurilor Ra µm
5	0,2—0,4
6	0,4—0,8
7	0,8—1,6
8	1,6—3,2
9	3,2—6,3

d. În cazul în care diametrul de vîrf nu se măsoară înainte de verificarea indicilor pentru care el serveşte ca bază de măsurare, deplasarea suplimentară minimă şi toleranţa ei se calculează cu formulele:

$$x_{s\,min\,e} = x_{s\,min} + \frac{TbD_e}{2} \tag{6.8}$$

$$Tx_{se} = Tx_s - \left(TbD_e + \frac{TD_e}{2}\right), \tag{6.9}$$

în care $x_{s\,min}$ şi Tx_s se pot lua din tabelul 6.13, respectiv 6.12, iar TbD_e şi TD_e din tabelele 6.17, 6.18 şi 6.19;

e. Dacă diametrul de vîrf se măsoară înainte de verificarea indicilor respectivi, formulele de recalculare a toleranţelor sînt:

$$x_{s\,min\,e} = x_{s\,min} + \frac{TbD_e}{2} \tag{6.10}$$

$$Tx_{se} = Tx_s - TbD_e \tag{6.11}$$

Lungimea L_0 peste n dinţi ai roţii teoretice fără deplasare a profilului danturii se poate alege din tabelul 6.20.

În cazul în care valoarea modulului angrenajului de calculat este mai mare decît modulul maxim din tabelul 6.20, mărimea L_0 se obţine înmulţind valorile indicate în tabel pentru $m_n = 1$ cu valoarea modulului angrenajului care se calculează.

Lungimea peste n dinţi, în cazul roţilor cilindrice cu dinţi drepţi, se calculează cu relaţia:

$$L_n = (L_0 - A\,L_{n\,min})_{-TL_n} \tag{6.12}$$

unde:

$$AL_{n\,min} = 0{,}68\,[\,|x_{s\,min}| + 0{,}5\ Tb_r] \tag{6.13}$$

$$TL_n = 0{,}68\,(Tx_s - Tb_r) \tag{6.14}$$

Tabelul 6.16

Toleranţa bătăii frontale a bazei tehnologice, în µm pe 100 mm diametru

Clasa de precizie a contactului dintre dinţi	Simbolul	Modulul normal m_n, mm	Lăţimea roţii (sau jumătăţii roţii la dinţi în V), în mm								
			Pînă la 55	Peste 55 la 110	Peste 110 la 160	Peste 160 la 220	Peste 220 la 320	Peste 320 la 450	Peste 450 la 630	Peste 630 la 900	Peste 900 la 1250
3	Tbf_{100}	Peste 1 la 10	8,5	4,5	3	2,5	2	1,7	1,4	1,2	1,1
4		Peste 1 la 10	10,5	5,5	4	3	2,5	2,1	1,8	1,6	1,4
5		Peste 1 la 16	13	7	5	4	3	2,6	2,2	2,0	1,8
6		Peste 1 la 16	17	9	6	5	4	3,4	2,8	2,5	2,2
7		Peste 1 la 30	21	11	8	6	5	4,2	3,6	3,2	2,8
8		Peste 1 la 50	28	14	10	8	6	5,2	4,5	4	3,6
9		Peste 2,5 la 50	34	18	12	10	8	6,5	5,5	5	4,5
10		Peste 2,5 la 50	42	22	16	12	10	8,5	7	6	5,5
11		Peste 2,5 la 50	52	28	20	16	12	10,5	9	8	7

Tabelul 6.17

Toleranţa bătăii radiale a cercului de vîrf în cazul folosirii lui ca bază tehnologică, în µm

Clasa de precizie cinematică	Simbolul	Modulul normal m_n, mm	Diametrul roţii, în mm										
			Pînă la 50	Peste 50 la 80	Peste 80 la 120	Peste 120 la 200	Peste 200 la 320	Peste 320 la 500	Peste 500 la 800	Peste 800 la 1250	Peste 1250 la 2000	Peste 2000 la 3150	Peste 3150 la 5000
3	$TbDe$	Peste 1 la 10	3	4	5	6	7	8	10	11	13	16	21
4		Peste 1 la 10	5	6	8	9	11	12	16	18	21	25	34
5		Peste 1 la 16	8	10	12	14	17	20	25	28	34	40	52
6		Peste 1 la 16	12	16	20	22	26	32	40	45	52	60	85
7		Peste 1 la 30	20	25	32	36	42	50	60	70	85	100	130
8		Peste 1 la 50	32	40	50	55	65	80	100	110	130	160	210
9		Peste 2,5 la 50	50	60	80	90	105	120	160	180	210	250	340
10		Peste 2,5 la 50	80	100	120	140	170	200	250	280	340	400	530
11		Peste 2,5 la 50	120	160	200	220	260	320	400	450	530	630	850

Tabelul 6.18

Toleranţa bătăii radiale a cercului de vîrf în cazul folosirii lui ca bază de măsurare, în μm

Clasa de precizie cinematică	Felul ajustajului	Simbolul	Modulul normal m_n, în mm	Diametrul roţii, în mm										
				Pînă la 50	Peste 50 la 80	Peste 80 la 120	Peste 120 la 200	Peste 200 la 320	Peste 320 la 500	Peste 500 la 800	Peste 800 la 1250	Peste 1250 la 2000	Peste 2000 la 3150	Peste 3150 la 5000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	JE	*TbDe*	Peste 1 la 10	6	7	7	7	8	8	10	10	14	14	16
	JD			8	9	9	10	11	11	12	13	15	18	20
	JC			10	11	11	12	14	14	15	18	20	23	26
	JA			13	15	15	15	16	16	19	21	24	28	32
4	JE	*TbDe*	Peste 1 la 10	7	8	8	10	11	11	12	14	15	19	21
	JD			9	11	11	12	13	13	15	18	20	24	28
	JC			11	14	14	15	18	18	20	23	26	30	36
	JA			15	16	16	19	21	21	24	28	32	38	42
5	JE	*TbDe*	Peste 1 la 16	8	11	11	12	14	14	16	19	21	28	32
	JD			11	13	13	15	18	18	20	24	28	32	42
	JC			14	18	18	20	23	23	26	30	36	45	52
	JA			16	21	21	24	28	28	32	38	42	55	65
6	JE	*TbDe*	Peste 1 la 16	11	14	14	16	19	19	21	28	32	38	48
	JD			13	18	18	20	24	24	28	35	42	48	65
	JC			18	23	23	26	30	30	36	45	52	65	80
	JA			21	28	28	32	38	38	42	55	65	75	100
7	JE	*TbDe*	Peste 1 la 30	14	19	19	21	28	28	32	38	48	60	75
	JD			18	24	24	28	35	35	42	48	65	75	95
	JC			23	30	30	36	45	45	52	65	80	100	120
	JA			28	38	38	42	55	55	65	75	100	120	150
8	JD	*TbDe*	Peste 1 la 50	24	35	35	42	48	48	60	75	95	120	150
	JC			30	45	45	52	65	65	80	100	120	150	190
	JA			38	55	55	65	75	75	100	120	150	190	240
9	JD	*TbDe*	Peste 2,5 la 50	35	48	48	60	75	75	95	120	150	190	220
	JC			45	65	65	80	100	100	120	150	190	240	300
	JA			55	75	75	100	120	120	150	190	240	300	360
10	JC	*TbDe*	Peste 2,5 la 50	65	100	100	120	150	150	190	240	300	350	450
	JA			75	120	120	150	190	190	240	300	360	450	560
11	JC	*TbDe*	Peste 2,5 la 50	100	150	150	190	240	240	300	350	450	500	600
	JA			120	190	190	240	300	300	360	450	560	700	700

Tabelul 6.19

Toleranța diametrului de vîrf în cazul folosirii lui ca bază de măsurare (fără a ține seama de valoarea sa efectivă)

Clasa de precizie	Felul jocului	Simbolul	Modulul normal m_n, in mm	Diametrul roții, în mm: Pînă la 500	Diametrul roții, în mm: Peste 500 la 5000
3	JE	TDe	Peste 1 la 10	h5	—
	JD			h5	—
	JC			h6	h5
	JA			h6	h5
4	JE	TDe	Peste 1 la 10	h5	—
	JD			h6	h5
	JC			h6	h5
	JA			h6	
5	JE	TDe	Peste 1 la 16	h6	h5
	JD			h6	
	JC			h7	h6
	JA			h7	
6	JE	TDe	Peste 1 la 16	h6	
	JD			h7	
	JC			h7	
	JA			h7	
7	JE	TDe	Peste 1 la 30	h7	
	JD			h7	
	JC			h8	
	JA			h8	
8	JD	TDe	Peste 1 la 50	h8	
	JC			h8	
	JA			h9	
9	JD	TDe	Peste 2,5 la 50	h9	
	JC			h10	
	JA			h10	
10	JC	TDe	Peste 2,5 la 50	h11	
	JA			h11	
11	JC	TDe	Peste 2,5 la 50	h11	
	JA			h12	

Pentru simplificarea calculelor, fără a se introduce prin aceasta decît erori neglijabile, se poate renunța la alegerea, respectiv calcularea parametrilor Tx_s, $x_{s\,min}$, AL_{nmin} și TL_n (conform STAS 6273-60). În acest caz se pot utiliza pentru determinarea lungimii L_n, valorile $AL_{m\,min}$ și TL_n care sînt date în tabelul 6.21.

În cazul roților cilindrice cu dinți înclinați lungimea peste n dinți se va calcula cu relația:

$$L_n = [(L_0 + m_n L_f) - AL_{n\,min}]_{-TL_n} \tag{6.15}$$

L_0 și n se aleg pentru partea întreagă a numărului de dinți echivalent z_e (considerat z) și acesta se alege din tabelul 6.20. L_f reprezintă corecția specifică a lungimii peste dinți pentru partea fracționară a lui z_e și se adoptă din tabelul 6.22.

În tabelul din desenul de execuție, indicele $n(n')$ se înlocuiește cu numărul de dinți cuprins de lungimea peste dinți (spre exemplu simbolul lungimii peste 4 dinți se notează cu L_4).

6.1.2. Angrenaje conice. Toleranțele pentru angrenajele conice sînt stabilite prin STAS 6460-61; ele se aplică la angrenaje conice concurente cu roți dințate metalice prelucrate, cu dinți drepți, înclinați sau curbi, avînd diametrul de divizare pînă la 2000 mm și modulul exterior peste 1 pînă la 30 mm. Sînt prevăzute 12 clase de precizie, fără a prevedea toleranțe pentru clasele de precizie 1, 2, 3, 4 și 12.

Informativ, în tabelul 6.23 sînt date indicații de alegere a clasei de precizie a roților dințate conice utilizate în transmisii de putere.

Fiecare clasă de precizie este determinată de criteriile de precizie cinematică a roții, de funcționare lină în angrenare, de contactul dintre dinți.

Fiecare criteriu de precizie este caracterizat prin anumite erori și abateri ale elementelor roților dințate conice și a angrenajelor, denumite indici de precizie.

În alegerea criteriilor de precizie se admite și combinarea lor, avînd toleranțe din diferite clase de precizie, respectîndu-se unele reguli. Astfel criteriul de funcționare lină nu poate să difere decît cu o clasă de precizie în sus sau în jos față de criteriul de precizie cinematică. Criteriul de contact dintre dinți nu poate fi de clasă mai puțin precisă, decît clasa de precizie a criteriului de funcționare lină a roții în angrenaj.

În tabelul 6.24 se dau domeniile de folosire a complexelor de indici de precizie folosiți la verificarea danturilor conice, iar în tabelele 6.25—6.29 se dau extrase din STAS 6460-61 privind valorile limită și toleranțele indicilor de precizie pentru cele trei criterii de precizie. Conform STAS 6460-61 se admite ca una din mărimile din complex să depășească valoarea limită, dacă influența totală a acestor mărimi nu depășește Tcn. Condiția se exprimă prin:

— la verificarea cu complexul br și Erg

$$\frac{Erg \cdot D_d}{412} + br \cos \delta_{d_1} \leqslant Tcn; \tag{6.16}$$

— la verificarea cu complexul $V\,\delta m$ și Erg

$$\frac{Erg \cdot D_d}{412} + (V\delta m - V\delta m_1) \cos \delta_{d_1} \leqslant Tcn; \tag{6.17}$$

— la verificarea cu complexul V_{Jm} și Erg

$$\frac{Erg \cdot D_d}{412} + \frac{V_{Jm} \cdot \cos \delta_{d_1}}{2 \sin \alpha_0} \leqslant Tcn, \tag{6.18}$$

Lungimea L_0 peste n dinți ai roții teoretice fără deplasare a profilului danturii, în mm

Numărul de dinți z	Numărul de dinți n	Modulul m_n, mm											
		1	1,125	1,25	1,375	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,5
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	2	4,56825	5,143	5,710	6,281	6,852	7,994	9,137	10,279	11,421	12,562	13,705	15,989
11	2	58225	154	728	300	873	8,019	165	310	456	600	747	16,038
12	2	59626	170	745	319	894	043	193	342	491	639	789	087
13	2	61026	185	763	338	915	068	221	373	526	677	831	136
14	2	62427	202	780	358	936	092	249	405	561	716	873	185
15	2	63827	217	798	377	957	117	277	436	596	754	915	234
16	2	65228	233	815	396	978	142	305	468	631	793	957	283
17	2	66628	249	833	415	999	166	333	499	666	831	999	332
18	3	7,63242	8,586	9,541	10,494	11,449	13,357	15,165	17,173	19,081	20,988	22,897	26,714
19	3	64642	601	558	513	470	381	293	204	116	21,026	939	763
20	3	66043	617	576	532	491	406	321	236	151	065	981	812
21	3	67443	633	593	551	512	430	349	268	186	103	23,023	861
22	3	68844	649	611	571	533	455	377	299	221	142	065	910
23	3	70244	664	628	590	554	419	405	331	256	180	107	959
24	3	71645	680	646	609	575	504	433	362	291	219	149	27,008
25	3	73045	696	663	628	596	528	461	394	326	257	191	057
26	3	74446	712	681	648	617	553	489	425	361	296	233	106
27	4	10,71050	12,049	13,388	14,727	16,066	18,144	21,421	24,099	26,777	28,455	32,132	37,487
28	4	72460	065	406	746	087	768	449	130	812	493	174	536
29	4	73860	081	423	766	108	793	477	162	847	532	216	585
30	4	75261	097	441	785	129	817	505	193	882	570	258	634
31	4	76661	112	458	804	150	842	533	225	917	609	300	683
32	4	78062	128	476	823	171	866	561	256	952	647	342	732
33	4	79462	144	493	843	192	891	589	288	987	686	384	781
34	4	80863	160	511	862	213	915	617	319	27,022	724	426	830
35	4	82264	175	528	881	234	940	645	351	057	763	468	879
36	5	13,18877	15,512	17,236	18,959	20,683	24,130	27,578	31,025	34,472	37,919	41,366	48,261
37	5	80278	528	254	979	704	155	606	056	507	958	408	310
38	5	81678	544	271	998	725	179	634	088	542	996	450	359
39	5	83079	559	289	19,017	746	204	662	119	577	38,035	492	408
40	5	84479	575	306	036	767	228	690	151	512	073	534	457
41	5	85880	591	324	056	788	253	718	182	547	112	576	506
42	5	87280	607	341	075	809	277	746	214	682	150	618	555
43	5	88681	622	359	094	830	302	774	245	717	189	661	604
44	5	90081	638	376	113	851	326	802	277	752	227	702	653
45	6	16,85695	18,975	21,084	23,192	25,300	29,517	33,734	37,951	42,161	46,384	50,601	69,034
46	6	88095	991	101	211	321	542	762	982	202	422	643	083
47	6	89496	19,006	119	230	342	566	790	38,014	237	461	685	132
48	6	90896	022	136	249	363	591	818	045	272	499	727	181
49	6	92297	038	154	269	385	615	846	077	308	538	769	231
50	6	93697	054	171	288	406	640	874	108	343	576	811	280
51	6	95098	069	188	307	427	664	902	140	378	615	853	329
52	6	96498	085	206	326	448	689	930	171	413	653	895	378
53	6	97899	101	224	346	469	713	958	203	448	692	937	427
54	7	19,94512	22,438	24,931	24,424	29,918	34,904	39,890	44,877	49,863	54,848	59,835	59,808
55	7	95913	453	949	443	939	929	918	908	898	887	878	857
56	7	97313	459	966	462	960	953	946	940	933	925	920	906
57	7	98714	485	984	482	981	978	974	971	968	964	962	955

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
58	7	20,00114	501	25,001	501	35,002	35,002	40,002	45,003	50,003	55,002	60,004	70,004
59	7	01515	616	019	520	023	027	030	034	038	041	046	053
60	7	02915	532	036	539	044	051	058	066	073	079	088	102
61	7	04316	548	054	559	065	076	086	097	108	118	130	151
62	7	05716	564	072	578	086	100	114	128	143	156	172	200
63	8	23,02330	25,900	28,779	31,656	34,535	40,291	46,047	51,803	57,558	63,313	69,070	80,582
64	8	03130	916	797	675	556	315	075	834	593	351	112	631
65	8	05131	932	814	695	577	340	103	866	628	390	154	680
66	8	06531	948	832	714	598	364	131	897	663	428	196	729
67	8	07932	963	849	733	619	389	159	929	598	467	238	778
68	8	09333	979	867	752	640	413	187	960	733	505	280	827
69	8	10733	995	884	772	661	438	215	992	768	544	322	876
70	8	12134	26,011	902	791	682	462	243	52,023	803	582	364	925
71	8	13534	026	919	810	703	487	271	054	838	621	406	974
72	9	26,10148	29,363	32,627	35,888	39,152	45,678	52,203	58,728	65,254	71,777	78,304	91,355
73	9	11548	379	644	908	173	702	231	760	289	816	346	404
74	9	12949	395	662	927	194	727	259	791	324	854	388	453
75	9	14349	412	679	948	215	751	287	823	359	896	431	502
76	9	15750	427	697	967	226	776	315	854	394	934	473	551
77	9	17150	443	714	986	257	800	343	885	429	973	515	600
78	9	26,18551	459	32,732	36,005	39,278	45,825	52,371	58,917	65,464	72,011	78,557	91,649
79	9	19951	475	749	025	299	849	399	949	499	050	599	689
80	9	21352	490	767	044	320	874	427	980	534	088	641	747
81	10	29,17965	32,827	36,475	40,122	43,769	51,064	58,359	65,654	72,949	80,245	87,539	102,129
82	10	19366	843	492	141	790	089	387	686	984	283	581	178
83	10	20766	859	510	161	812	113	415	717	73,019	322	623	227
84	10	22167	874	527	180	833	138	443	749	054	360	665	276
85	10	23567	890	545	199	854	162	471	780	089	399	707	325
86	10	24968	906	562	218	875	187	499	812	124	437	749	374
87	10	26368	922	580	238	896	211	527	843	159	476	791	423
88	10	27769	937	597	257	917	236	555	875	194	514	833	472
89	10	29169	953	615	276	938	260	583	906	229	653	875	521
90	11	32,25783	36,290	40,322	44,354	48,387	56,451	64,516	72,580	80,645	88,709	96,774	112,902
91	11	27183	306	340	374	408	476	544	612	680	748	816	951
92	11	28584	321	357	393	429	500	572	643	715	786	858	113,000
93	11	29984	337	375	412	450	525	600	675	750	825	900	050
94	11	31385	353	392	431	471	549	628	705	785	863	942	098
95	11	32785	369	410	451	492	574	656	738	820	902	984	148
96	11	34186	384	427	470	513	598	684	769	855	940	97,026	197
97	11	35586	400	445	489	534	623	712	801	890	979	068	246
98	11	36987	416	462	508	555	647	740	832	925	89,017	110	295
99	12	36,33600	39,753	44,170	48,587	53,004	61,838	70,672	79,506	88,340	97,174	106,088	123,676
100	12	35001	768	188	606	025	863	700	538	375	212	050	725
101	12	36401	784	205	625	046	887	728	569	410	251	092	774
102	12	37802	800	223	644	067	912	756	601	445	289	134	823
103	12	39202	816	240	664	088	936	784	632	480	328	176	872
104	12	40603	831	258	683	109	961	812	664	515	366	218	921
105	12	42003	847	275	702	130	985	840	695	550	405	260	970
106	12	43403	863	293	721	151	62,010	868	727	585	443	302	124,019
107	12	44804	897	310	741	172	034	896	758	620	482	344	058

Tabelul 6.20 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
108	13	38,41418	43,215	48,018	52,819	57,621	67,225	76,828	86,432	96,035	105,638	115,243	134,450
109	13	42818	231	035	838	642	249	856	463	070	677	285	499
110	13	44219	247	053	857	663	274	884	495	106	715	327	548
111	13	45619	263	070	877	684	298	912	526	141	754	369	597
112	13	47020	278	088	896	705	323	940	558	176	782	411	646
113	13	48420	294	105	915	726	347	968	589	211	831	453	695
114	13	49821	310	123	934	747	372	996	621	246	869	495	744
115	13	51221	326	140	954	768	396	77,024	652	281	908	537	793
116	13	52622	341	158	973	789	421	052	684	316	946	579	842
117	14	41,49235	46,678	51,865	57,051	62,239	72,612	82,985	93,358	103,731	114,103	124,477	145,223
118	14	50636	694	883	070	260	635	83,013	389	766	141	519	272
119	14	52036	710	900	090	281	661	041	421	801	180	561	321
120	14	53437	725	918	109	302	685	069	452	836	218	603	370
$L\xi = 2 m_n \sin \alpha_0$		0,684	0,7695	0,855	0,9405	1,026	1,197	1,368	1,539	1,710	1,881	2,052	2,394

Tabelul 6.21

Valorile abaterii minime a lungimii peste dinți $Al_{n\,min}$ și ale toleranței lungimii peste dinții TL_n

Simbolul	Clasa de precizie	Modulul normal m_n, mm	Diametrul de divizare D_d, mm: Pînă la 50	Peste 50 pînă la 80	Peste 80 pînă la 120	Peste 120 pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800
Angrenaje cu dinți drepți									
$AL_{n\,min}$	5	Peste 1 pînă la 10	—0,070	—0,090	—0,110	—0,130	—0,160	—0,200	—0,240
TL_n			—0,030	—0,040	—0,040	—0,040	—0,040	—0,040	—0,050
$AL_{n\,min}$	6	Peste 1 pînă la 10	—0,080	—0,100	—0,120	—0,140	—0,160	—0,210	—0,260
TL_n			—0,030	—0,040	—0,040	—0,050	—0,050	—0,050	—0,060
$AL_{n\,min}$	7	Peste 1 pînă la 10	—0,085	—0,110	—0,130	—0,150	—0,180	—0,230	—0,280
TL_n			—0,040	—0,050	—0,050	—0,060	—0,070	—0,070	—0,080
$AL_{n\,min}$	8	Peste 1 pînă la 10	—0,100	—0,120	—0,140	—0,170	—0,210	—0,250	—0,310
TL_n			—0,050	—0,060	—0,070	—0,080	—0,090	—0,090	—0,120
Angrenaje cu dinți înclinați									
$AL_{n\,min}$	7	Peste 1 pînă la 16	—0,085	—0,110	—0,130	—0,150	—0,180	—0,230	—
TL_n			—0,040	—0,050	—0,050	—0,060	—0,070	—0,070	—
$AL_{n\,min}$	8	Peste 1 pînă la 16	—0,100	—0,120	—0,140	—0,170	—0,210	—0,250	—
TL_n			—0,050	—0,060	—0,070	—0,080	—0,090	—0,090	—

Tabelul 6.22

Mărimile corecţiei specifice L_f a lungimii peste dinţi pentru partea fracţionară a valorii z_e

z_e	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,0000	0,0001	0,0003	0,0004	0,0006	0,0007	0,0008	0,0010	0,0011	0,0013
0,1	0,0014	0,0015	0,0017	0,0018	0,0020	0,0021	0,0022	0,0024	0,0025	0,0027
0,2	0,0028	0,0029	0,0031	0,0032	0,0034	0,0035	0,0036	0,0038	0,0039	0,0041
0,3	0,0042	0,0043	0,0045	0,0046	0,0048	0,0049	0,0051	0,0052	0,0053	0,0055
0,4	0,0056	0,0057	0,0059	0,0060	0,0061	0,0063	0,0064	0,0066	0,0067	0,0069
0,5	0,0070	0,0071	0,0073	0,0074	0,0076	0,0077	0,0079	0,0080	0,0081	0,0083
0,6	0,0084	0,0085	0,0087	0,0088	0,0089	0,0091	0,0092	0,0094	0,0095	0,0097
0,7	0,0098	0,0099	0,0101	0,0102	0,0104	0,0105	0,0106	0,0108	0,0109	0,0111
0,8	0,0112	0,0114	0,0115	0,0116	0,0118	0,0119	0,0120	0,0122	0,0123	0,0124
0,9	0,0126	0,0127	0,0129	0,0130	0,0132	0,0133	0,0135	0,0136	0,0137	0,0139

Exemplu: z_e = 13,84, valoarea fracţionară este 0,84. Rezultă Lf = 0.0118.

Tabelul 6.23

Alegerea clasei de precizie a roţilor dinţate conice utilizate în transmisii de putere

Caracteristicile maselor în mişcare		Viteza periferică a roţii dinţate, m/s		
	Dinţi drepţi	Pînă la 1,6	1,6—4	4—10
	Dinţi înclinaţi	Pînă la 4	4—10	10—25
Mase mici în mişcare	Solicitări mici	9	8	7
	Solicitări mari	8	7	6
Mase mari în mişcare	Solicitări mici	8	8	7
	Solicitări mari	8	7	6

în care δ_{d1} este semiunghiul la vîrf al conului de divizare al roţii verificate, iar D_d — diametrul de divizare, în mm. Erorile sînt date în micrometri, cu excepţia *Erg*, dat în secunde de unghi (vezi tab. 6.25).

Independent de clasa de precizie se stabileşte şi felul jocului dintre flancuri, precum şi elementele danturii şi angrenajului care determină acest joc.

Jocul normal minim dintre flancuri, care asigură compensarea micşorării jocului dintre flancuri datorită încălzirii angrenajului la o diferenţă de temperatură de 25°C între carcasa reductorului şi angrenaj (coeficienţii de dilatare ai acestora fiind egali), se numeşte joc de bază şi se notează cu simbol *JC* (ajustaj liber).

Se admite şi alegerea altui joc dintre flancuri, în locul jocului de bază *JC* şi anume: joc minim nul (ajustaj alunecător) *JE*; joc minim micşorat (ajustaj semiliber) *JD*; joc minim mărit (ajustaj larg) *JA*.

Jocul minim dintre flancuri şi abaterile unghiului dintre axe sînt date în tabelul 6.30.

În cazul unor condiţii de funcţionare diferite de cele stabilite prin standard, jocul minim, necesar pentru compensarea dilatării diferite a carcasei şi a roţilor, se calculează cu ajutorul formulei:

$$j_{min} = L(\text{tg } \delta_{d1} + \text{tg } \delta_{d2}) \cdot (\alpha_1 \cdot \Delta t_1 - \alpha_2 \cdot \Delta t_2)_0 \ 2 \sin \alpha_{0n}, \tag{6.19}$$

în care α_1 şi Δt_1 sînt coeficientul de dilatare liniară şi respectiv creşterea temperaturii roţilor dinţate; α_2 şi Δt_2 aceleaşi mărimi pentru carcasă, iar L — lungimea dintelui.

În scopul limitării rotirii libere a roţii se calculează jocul unghiular posibil:

$$j_{x\,max} = \frac{2\, j_{max}}{m_f \cdot z_1 \cdot \cos \alpha_{0n}} \tag{6.20}$$

Jocul maxim, care nu este prescris de standard, se calculează cu relaţia:

$$j_{max} \cong j_{min} + (Ts_1 + Ts_2) \cos \alpha_{0n} + 2\,(A\delta_s) \sin \alpha_{0n} \tag{6.21}$$

Valorile toleranţelor grosimii dintelui pentru roata *1* şi *2* se pot lua din tabelul 6.28, iar ale abaterii limită superioare ale unghiului dintre axe $A\delta_s$ din tabelul 6.30.

Complexele de control pentru roţile dinţate conice

Criteriul	Complexul de control	Simbolul	Clasa de precizie						
			5	6	7	8	9	10	11
			Diametrul de divizare maxim al roţii, în mm						
Precizia cinematică	Eroarea cinematică	*Ecn*	800	800	800	—	—	—	—
	Eroarea cumulată de pas	*Ecp*	800	800	800	2000	2000	—	—
	Bătaia radială a danturii şi eroarea de rostogolire	*br* şi *Erg*	800	800	800	2000	—	—	—
	Variaţia jocului de măsurat dintre flancuri şi eroarea de rostogolire	*Vjm* şi *Erg*	—	—	800	2000	—	—	—
	Variaţia unghiului de măsurat dintre axe la o rotaţie a roţii şi eroarea de rostogolire (numai pentru dinţi drepţi)	*Vδm* şi *Erg*	—	—	500	500	—	—	—
	Bătaia radială a danturii	*br*	—	—	—	—	2000	2000	2000
	Variaţia jocului de măsurat dintre flancuri	*Vjm*	—	—	—	—	2000	—	—
	Variaţia unghiului de măsurat dintre axe la o rotaţie (numai pentru dinţi drepţi)	*Vδm*	—	—	—	—	500	—	—
Funcţionarea lină	Eroarea ciclică	*Ecl*	800	800	800	—	—	—	—
	Abaterea pasului	*Ap*	800	800	800	—	—	—	—
	Variaţia pasului	*Vp*	—	—	—	2000	2000	2000	2000
	Variaţia unghiului de măsurat dintre axe la rotirea cu un dinte (numai pentru dinţi drepţi)	$V\delta m_1$	—	—	500	500	500	—	—
Contactul	Pata de contact şi deplasarea vîrfului conului de divizare şi neintersectarea axelor	*Pc* şi *Ac* şi *Ai*	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250
Jocul dintre flancuri	Grosimea dintelui	*As*	800	800	800	2000	2000	2000	2000
	Abaterea unghiului de măsurat dintre axe	*Aδm*	—	—	800	800	800	—	—
Montaj	Abaterea unghiului dintre axe	*Aδ* [1])	Funcţie de felul jocului dintre flancuri pînă la lungimea 1250						

[1]) Funcţie de lungimea conului de divizare.

Toleranțe pentru criteriul de precizie cinematică a roților dințate conice, în μm (extras STAS 6460-61)

Clasa de precizie	Simbolul	Modulul frontal m_f, mm	Unitatea de măsură	Diametrul roții, mm: Pînă la 50	Peste 50 pînă la 80	Peste 80 pînă la 120	Peste 120 pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800	Peste 800 pînă la 1250	Peste 1250 pînă la 2000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6	*Tcn*	Peste 1 pînă la 16	μm	32	42	48	55	70	90	100		
	Tcp	Peste 1 pînă la 16	μm	25	32	40	48	55	70	90		
	Tbr	Peste 1 pînă la 16	μm	20	26	32	38	45	50	58		
	Trg	Peste 1 pînă la 16	s	150	95	75	58	45	38	30		
7	*Tcn*	Peste 1 pînă la 16	μm	50	65	75	90	110	140	180		
	Tcp	Peste 1 pînă la 16	μm	40	50	60	75	90	110	140		
	Tbr	Peste 1 pînă la 16	μm	32	42	50	58	70	80	95		
	Trg	Peste 1 pînă la 16	s	240	150	115	95	70	58	48		
	TVδm	Peste 1 pînă la 2,5	μm	55	65	75	85	100	115			
		Peste 2,5 pînă la 6	μm	60	70	80	90	105	120			
		Peste 6 pînă la 10	μm	65	75	85	95	110	120			
	TVjm	Peste 1 pînă la 2,5	μm	40	45	52	58	65	80			
		Peste 2,5 pînă la 6	μm	42	48	55	60	70	80	95		
		Peste 6 pînă la 10	μm		55	60	65	75	85	100		
		Peste 10 pînă la 16	μm			65	70	80	90	105		
8	*Tcp*	Peste 1 pînă la 30	μm	60	80	100	115	140	180	220	280	360
	Tbr	Peste 1 pînă la 30	μm	50	65	80	95	110	120	150	190	220
	Trg	Peste 1 pînă la 30	s	380	240	190	150	110	95	75	65	55
	TVδm	Peste 1 pînă la 2,5	μm	90	105	115	130	160	190	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	μm	100	110	120	140	170	200	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	μm	105	115	130	150	180	200	—	—	—
	TVjm	Peste 1 pînă la 2,5	μm	60	70	85	95	105	120	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	μm	65	75	90	100	110	120	150	—	—
		Peste 6 pînă la 10	μm	—	90	100	105	115	130	160	200	220
		Peste 10 pînă la 16	μm	—	—	105	110	120	140	170	200	220
		Peste 16 pînă la 30	μm	—	—	—	120	140	160	190	210	250
9	*Tcp*	Peste 2,5 pînă la 30	μm	100	120	160	190	200	280	360	450	560
	Tbr	Peste 2,5 pînă la 30	μm	80	105	120	150	180	200	240	300	360
	TVδm	Peste 2,5 pînă la 6	μm	160	180	200	220	260	320	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	μm	170	190	210	240	280	320	—	—	—
	TVjm	Peste 2,5 pînă la 6	μm	105	115	140	160	180	200	240	—	—
		Peste 6 pînă la 10	μm	—	140	160	170	190	210	250	320	360
		Peste 10 pînă la 16	μm	—	—	170	180	200	220	260	320	360
		Peste 16 pînă la 30	μm	—	—	—	200	220	250	300	340	400

Observații:

1. Simbolurile au următoarele semnificații: *Tcn* — toleranța erorii cinematice; *Tcp* — toleranța erorii cumulate de pas; *Tbr* — toleranța bătăii radiale; *Trg* — toleranța erorii de rostogolire; *TVδm* — toleranța variației unghiului de măsurat dintre axe la o rotație completă a roții; *TVjm* — toleranța variației jocului de măsurat dintre flancuri.

2. Eroarea cumulată de pas pe 1/6 din cerc (sau pe un arc, corespunzător celui mai apropiat număr întreg superior de dinți) nu trebuie să depășească jumătate din toleranța erorii cumulate de pas.

3. Se admite determinarea valorii variației unghiului de măsurat dintre axe după valoarea corespunzătoare a deplasării axiale a uneia dintre roți, la angrenarea fără joc.

Toleranțe pentru criteriul de funcționare lină a roților dințate conice, în μm (extras STAS 6460-61)

Clasa de precizie	Simbolul	Modulul frontal m_f, mm	Diametrul roții, mm: Pînă la 50	Peste 50 pînă la 80	Peste 80 pînă la 120	Peste 120 pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800	Peste 800 pînă la 1250	Peste 1250 pînă la 2000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	*Tcl*	Peste 1 pînă la 2,5	5,5	6	7	8	8,5	9	9,5	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	7	8	8,5	8,5	9	9,5	10,5	—	—
		Peste 6 pînă la 10	9	9,5	9,5	10	10,5	11	11,5	—	—
		Peste 10 pînă la 16	10,5	11	11,5	12	13	14	14	—	—
	Ap_s Ap_i	Peste 1 pînă la 2,5	±4,5	±4,5	±5	±5,5	±5,5	±7	±8,5	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	±5	±5,5	±6	±6	±6	±8	±9,5	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	±6	±7	±8	±8,5	±9	±10	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	±8,5	±9	±9,5	±10,5	±11,5	—	—
7	*Tcl*	Peste 1 pînă la 2,5	9	10	11	12	13	14	15	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	11	12	13	13	14	15	17	—	—
		Peste 6 pînă la 10	14	15	15	16	17	18	19	—	—
		Peste 10 pînă la 16	17	18	19	20	21	22	22	—	—
	Ap_s Ap_i	Peste 1 pînă la 2,5	±7	±7	± 8	±8	±9	±11	±13	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	±8	±9	±10	±10	±11	±12	±15	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	±10	±11	±12	±13	±14	±16	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	±13	±14	±15	±17	±19	—	—
	$TV\delta m_1$	Peste 1 pînă la 2,5	24	24	24	25	28	32	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	28	28	28	30	32	36	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	34	34	36	38	42	—	—	—
8	*TVp*	Peste 1 pînă la 2,5	22	24	25	26	30	36	42	52	—
		Peste 2,5 pînă la 6	26	28	30	32	36	38	48	55	75
		Peste 6 pînă la 10	—	34	36	38	40	45	50	60	85
		Peste 10 pînă la 16	—	—	42	45	48	52	58	70	95
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	58	60	70	75	90	105
	$TV\delta m_1$	Peste 1 pînă la 2,5	38	38	38	40	45	50	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	42	42	42	48	50	55	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	52	52	55	58	65	—	—	—
9	*TVp*	Peste 2,5 pînă la 6	42	45	48	50	55	58	75	90	115
		Peste 6 pînă la 10	—	52	55	58	60	70	80	100	130
		Peste 10 pînă la 16	—	—	65	70	75	85	95	110	150
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	95	100	110	115	140	170
	$TV\delta m_1$	Peste 2,5 pînă la 6	65	65	65	75	80	90	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	85	85	90	95	105	—	—	—

Observații:

1. Simbolurile au următoarele semnificații: *Tcl* — toleranța erorii ciclice; Ap_s; Api — abaterile limită ale pasului; *TVp* — toleranța variației pasului; $TV\delta m_1$ — toleranța unghiului de măsurat dintre axe la rotirea cu un dinte.
2. Se admite stabilirea valorii unghiului de măsurat dintre axe după valoarea corespunzătoare a deplasării axiale a uneia dintre roți la angrenarea fără joc.
3. Pentru clasele de precizie 6—7 se admite existența unei erori ciclice locale izolate, care nu depășește valoarea dublă a toleranței erorii ciclice.

Toleranțe pentru criteriul de contact dintre dinți, în μm (extras STAS 6460-61)

Clasa de precizie	Simbolul	Modulul frontal m_f, mm	Lungimea generatoarei conului de divizare, mm: Pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800	Peste 800 pînă la 1250
1	2	3	4	5	6	7	8
6	*Pc*	—	În înălțime cel puțin 70% În lungime cel puțin 70%				
	TAi	Peste 1 pînă la 16	15	18	22	28	38
	Acs *Aci*	Peste 1 pînă la 2,5 Peste 2,5 pînă la 6 Peste 6 pînă la 10 Peste 10 pînă la 16	0—24 0—38 0—50 0—58				
7	*Pc*		În înălțime cel puțin 60% În lungime cel puțin 60%				
	TAi	Peste 1 pînă la 16	19	22	28	36	48
	Acs *Aci*	Peste 1 pînă la 2,5 Peste 2,5 pînă la 6 Peste 6 pînă la 10 Peste 10 pînă la 16	0—30 0—48 0—60 0—75				
8	*Pc*		În înălțime cel puțin 50% În lungime cel puțin 50%				
	TAi	Peste 1 pînă la 30	24	28	36	45	58
	Acs *Aci*	Peste 1 pînă la 2,5 Peste 2,5 pînă la 6 Peste 6 pînă la 10 Peste 10 pînă la 16 Peste 16 pînă la 30	0—38 0—58 0—80 0—95 0—120				
9	*Pc*		În înălțime cel puțin 40% În lungime cel puțin 40%				
	TAi	Peste 2,5 pînă la 30	30	36	45	55	75
	Acs *Aci*	Peste 2,5 pînă la 6 Peste 6 pînă la 10 Peste 10 pînă la 16 Peste 16 pînă la 30	0—75 0—100 0—115 0—160				

Observație. Simbolurile au următoarele semnificații: *Pc* — pată de contact; *TAi* — toleranța neintersectării axelor; *Acs, Aci* — deplasările limită ale vîrfului conului de divizare.

Tabelul 6.28

Toleranțele grosimii dintelui T_s, în μm (extras STAS 6460-61)

Felul jocului dintre flancuri (ajustajului)	Toleranța bătăii radiale a danturii T_{br}, μm								
	Pînă la 16	Peste 16 pînă la 20	Peste 20 pînă la 25	Peste 25 pînă la 32	Peste 32 pînă la 40	Peste 40 pînă la 50	Peste 50 pînă la 60	Peste 60 pînă la 80	Peste 80 pînă la 100
JE	36	38	42	48	55	65	70	80	100
JD	40	42	48	55	60	70	80	100	115
JC	45	48	52	60	70	80	90	110	130
JA	50	55	60	70	80	90	100	120	140

Felul jocului dintre flancuri (ajustajului)	Toleranța bătăii radiale a danturii T_{br}, μm								
	Peste 100 pînă la 120	Peste 120 pînă la 160	Peste 160 pînă la 200	Peste 200 pînă la 250	Peste 250 pînă la 320	Peste 320 pînă la 400	Peste 400 pînă la 500	Peste 500 pînă la 630	Peste 630
JE	120	150	180	220	280	340	420	530	670
JD	130	170	210	250	320	380	480	600	750
JC	150	190	240	280	340	420	530	670	850
JA	170	200	250	300	380	480	580	710	900

Tabelul 6.29

Subțierea minimă a dintelui $A_{s\,min}$, în μm (extras STAS 6460-61)

Clasa de precizie	Felul jocului dintre flancuri (ajustaj)	Modulul frontal, m_f, mm	Diametrul roții, mm								
			Pînă la 50	Peste 50 pînă la 80	Peste 80 pînă la 120	Peste 120 pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800	Peste 800 pînă la 1250	Peste 1250 pînă la 2000
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	JE	Peste 1 pînă la 2,5	11	13	15	17	19	24	28	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	12	14	17	18	21	25	30	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	15	18	21	22	26	30	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	20	22	24	28	32	—	—
	JD	Peste 1 pînă la 2,5	28	38	48	60	75	85	110	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	28	38	48	60	75	85	110	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	40	50	60	75	85	110	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	52	65	75	90	110	—	—
	JC	Peste 1 pînă la 2,5	55	70	85	105	130	160	200	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	55	70	85	105	130	160	200	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	70	85	110	130	160	200	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	85	110	130	160	200	—	—
	JA	Peste 1 pînă la 2,5	100	130	160	190	240	300	380	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	100	130	160	200	250	300	380	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	130	160	200	250	300	380	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	160	200	250	300	400	—	—

Clasa de precizie	Felul jocului dintre flancuri (ajustaj)	Modulul frontal m_f, mm	Diametrul roţii, mm								
			Pînă la 50	Peste 50 pînă la 80	Peste 80 pînă la 120	Peste 120 pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800	Peste 800 pînă la 1250	Peste 1250 pînă la 2000
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	JE	Peste 1 pînă la 2,5	13	16	19	21	25	28	32	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	16	19	22	24	26	30	36	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	21	24	26	30	32	38	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	28	30	32	38	42	—	—
	JD	Peste 1 pînă la 2,5	28	40	52	60	75	90	110	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	40	42	55	65	80	90	115	—	—
		Peste 6 pînă la 10	42	45	55	65	80	95	115	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	58	70	85	95	120	—	—
	JC	Peste 1 pînă la 2,5	55	70	85	110	130	160	200	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	55	75	90	110	140	160	200	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	75	90	110	140	170	200	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	90	115	140	170	200	—	—
	JA	Peste 1 pînă la 2,5	100	130	160	200	240	300	400	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	100	130	160	200	240	300	400	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	130	160	200	250	300	400	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	160	200	250	300	400	—	—
8	JD	Peste 1 pînă la 2,5	42	48	58	70	85	100	120	160	—
		Peste 2,5 pînă la 6	45	52	60	70	85	100	130	160	200
		Peste 6 pînă la 10	—	55	65	75	90	100	130	160	210
		Peste 10 pînă la 16	—	—	70	85	95	110	130	170	210
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	95	105	130	150	190	220
	JC	Peste 1 pînă la 2,5	60	75	90	110	140	170	210	260	—
		Peste 2,5 pînă la 6	65	80	95	115	140	170	210	260	320
		Peste 6 pînă la 10	—	85	100	120	140	180	210	260	340
		Peste 10 pînă la 16	—	—	100	120	150	180	220	280	340
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	130	160	190	220	280	360
	JA	Peste 1 pînă la 2,5	100	130	160	200	250	300	400	500	—
		Peste 2,5 pînă la 6	100	130	170	200	250	300	400	500	600
		Peste 6 pînă la 10	—	140	170	200	250	300	400	500	600
		Peste 10 pînă la 16	—	—	170	210	260	320	400	500	600
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	220	260	320	420	500	600
9	JD	Peste 2,5 pînă la 6	55	65	75	85	105	115	150	190	240
		Peste 6 pînă la 10	—	70	80	95	105	130	150	190	240
		Peste 10 pînă la 16	—	—	90	105	120	140	170	200	240
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	130	140	160	180	220	280
	JC	Peste 2,5 pînă la 6	80	95	105	130	160	180	220	280	360
		Peste 6 pînă la 10	—	100	115	130	160	190	240	300	360
		Peste 10 pînă la 16	—	—	120	140	170	200	240	300	380
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	170	190	220	260	320	400
	JA	Peste 2,5 pînă la 6	120	150	180	210	260	320	420	500	630
		Peste 6 pînă la 10	—	150	180	220	260	320	420	530	630
		Peste 10 pînă la 16	—	—	190	220	280	340	420	530	630
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	240	300	360	450	560	670

Tabelul 6.30

Jocul minim dintre flancuri şi abaterile unghiului dintre axe, în μm (extras STAS 6460-61)

Felul jocului dintre flancuri (ajustajului)	Simbolul	Lungimea generatoarei conului de divizare, mm							
		Pînă la 50	Peste 50 pînă la 80	Peste 80 pînă la 120	Peste 120 pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800	Peste 800 pînă la 1250
JE	Jmin	0	0	0	0	0	0	0	0
JD		40	50	65	85	100	130	170	210
JC		85	100	130	170	210	260	340	420
JA		170	210	260	340	420	530	670	850
JE	$A\delta_s$ $A\delta_i$	±18	±24	±28	±32	±38	±45	±52	±60
JD		±28	±38	±45	±50	±58	±70	±85	±100
JC		±45	±58	±70	±80	±95	±110	±130	±160
JA		±70	±95	±110	±120	±150	±180	±210	±250
JE, JD JC, JA	$A\delta m_s$	$A\delta m_s = TV\delta m_1$ din tabelul 6.26 cu semnul plus							
	$A\delta m_i$	$A\delta m_i = \frac{Ts}{2 \text{ tg } \alpha_{0n}}$; *Ts* se ia din tabelul 6.28 cu semnul minus; α_{0n} este unghiul normal al profilului de referinţă							

Observaţie.

Simbolurile au următoarea semnificaţie: J_{min} — jocul minim dintre flancuri; $A\delta_s$; $A\delta_i$ — abaterile limită ale unghiului dintre axe; $A\delta m_s$; $A\delta m_i$ — abaterile limită ale unghiului de măsurat dintre axe; JE — jocul nul (ajustaj alunecător); JD — joc micşorat (ajustaj semiliber); JC — joc de bază (ajustaj liber); JA — joc mărit (ajustaj larg).

Tabelul 6.31

Bătaia frontală a suprafeţei tehnologice de aşezare a semifabricatului raportată la o lungime de 100 mm a diametrului, în μm

Clasa de precizie a roţii dinţate	Lăţimea dintelui, mm					
	Pînă la 55	55—110	110—160	160—220	220—320	320—450
5	13	7	5	4	3	—
6	17	9	6	5	4	—
7	21	11	8	6	5	4
8	26	14	10	8	6	5

Observaţie.

Pe desenul de execuţie, pentru toleranţa bătăii frontale, se vor trece valori egale cu valoarea din tabelă, înmulţită cu raportul $\frac{D_d}{100}$, în care D_d este dat în mm.

În ceea ce priveşte toleranţele semifabricatului de obicei se prescriu următoarele toleranţe (fig. 6.1):

— bătaia frontală *bf* a bazei tehnologice şi funcţionale (tab. 6.31);
— abaterile limită AD_e ale diametrului de vîrf (tab. 6.32);
— abaterile limită $A\delta_e$ ale semiunghiului conului de vîrf (tab. 6.32);
— abaterile limită $A\varphi_s$ ale unghiului suplimentar;

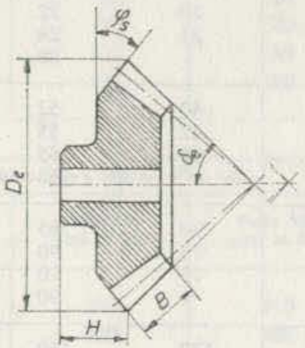


Fig. 6.1. Cotele semifabricatului ce vor trebui tolerate.

— abaterile limită *AH* ale distanţei dintre muchia exterioară a conului de vîrf şi baza tehnologică şi funcţională;
— abaterile limită *AB* ale lăţimii danturii.

Indicele *AB* nu are influenţă asupra preciziei danturii. Influenţa celorlalţi indici neindicaţi în tabele este complexă şi depinde de modul de reglare a semifabricatului pe maşină şi de forma constructivă a roţii. De aceea nu se pot recomanda tabele cu toleranţe pentru aceşti indici, ci fiecare caz trebuie judecat separat.

6.1.3. Angrenaje melcate. Terminologia şi simbolurile referitoare la erorile şi abaterile elementelor angrenajelor melcate, precum şi valorile limită ale acestor erori şi abateri sînt stabilite prin STAS 6461-61. Se disting două categorii de angrenaje melcate:

— angrenaje melcate cinematice cu modulul axial peste 1 pînă la 16 mm şi diametrul de divizare al roţii melcate pînă la 5000 mm cu distanţa între axa roţii melcate şi a melcului reglabilă;

— angrenaje melcate pentru transmiterea puterii, avînd modulul axial peste 1 pînă la 30 mm, diametrul de divizare al roţii melcate pînă la 2000 mm şi diametrul de divizare al melcului pînă la 400 mm pentru orice număr de începuturi, distanţa dintre axe nereglabilă.

Dintre cele 12 clase de precizie stabilite (tab. 6.1 şi tab. 6.2) clasele de precizie 3, 4, 5 şi 6 se aplică angrenajelor melcate cinematice, iar clasele 5, 6, 7, 8 şi 9, angrenajelor melcate pentru transmiterea puterii.

În tabelul 6.33 sînt cuprinse metodele de danturare şi tratamentul termic ale angrenajelor melcate de diferite clase de precizie, precum şi condiţiile de exploatare şi viteza periferică a roţii melcate, recomandate pentru fiecare clasă, în vederea asigurării capacităţii de lucru a angrenajului.

Fiecare clasă de precizie este determinată de criteriile de precizie ale melcului, ale roţii melcate şi ale angrenajului (cinematic sau de transmitere).

Criteriile de precizie pot fi caracterizate fie printr-un indice de precizie de bază, fie printr-un complex de indici (tab. 6.34) în funcţie de destinaţia angrenajului, condiţiile tehnologice de fabricaţie şi posibilităţile existente de control.

Independent de clasa de precizie a angrenajelor melcate se stabileşte felul jocului dintre flancuri, precum şi elementele danturii şi angrenajului care determină acest joc. Jocul de bază dintre flancuri se notează cu *JC*. În locul acestui joc se mai poate folosi următoarele: *JE* — joc minim nul (ajustaj alunecător); *JD* — joc minim micşorat (ajustasemiliber); *JA* — joc minim mărit (ajustaj larg).

Toleranţele pentru angrenajele melcate pentru transmiterea puterii (nereglabil) sînt date în tabelele 6.35—6.40.

Tabelul 6.32

Toleranţe pentru mărimile AD_e, $A\delta_e$ şi AM, în μm

<table>
<tr><th rowspan="2">Denumirea abaterii</th><th rowspan="2">Simbolul</th><th rowspan="2">Clasa de precizie</th><th rowspan="2">Modulul frontal m_f, mm</th><th colspan="8">Diametrul roţii dinţate, mm</th></tr>
<tr><th>Pînă la 50</th><th>50—80</th><th>80—120</th><th>120—200</th><th>200—320</th><th>320—500</th><th>500—800</th><th>800—1250</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Abaterea limită a diametrului de vîrf</td><td rowspan="4">AD_e</td><td>6</td><td>1—16</td><td>25</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td><td>60</td><td>70</td><td>80</td><td>95</td></tr>
<tr><td>7</td><td>1—16</td><td>40</td><td>50</td><td>60</td><td>70</td><td>80</td><td>95</td><td>110</td><td>130</td></tr>
<tr><td>8</td><td>1—30</td><td>60</td><td>70</td><td>80</td><td>95</td><td>110</td><td>130</td><td>160</td><td>190</td></tr>
<tr><td>9</td><td>2,5—30</td><td>100</td><td>120</td><td>140</td><td>170</td><td>200</td><td>240</td><td>280</td><td>340</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Abaterea limită a unghiului conului de vîrf</td><td rowspan="4">$A\delta_e$</td><td>6</td><td>—</td><td colspan="8">+10'</td></tr>
<tr><td>7</td><td>—</td><td colspan="8">+14'</td></tr>
<tr><td>8</td><td>—</td><td colspan="8">+20'</td></tr>
<tr><td>9</td><td>—</td><td colspan="8">+20'</td></tr>
<tr><td rowspan="17">Abaterea dimensiunii M corespunzătoare unei lungimi a generatoarei conului de divizare pînă la 800 mm</td><td rowspan="17">AM</td><td rowspan="4">6</td><td>1—2,5</td><td colspan="8">−24</td></tr>
<tr><td>2,5—6</td><td colspan="8">−36</td></tr>
<tr><td>6—10</td><td colspan="8">−48</td></tr>
<tr><td>10—16</td><td colspan="8">−55</td></tr>
<tr><td rowspan="4">7</td><td>1—2,5</td><td colspan="8">−28</td></tr>
<tr><td>2,5—6</td><td colspan="8">−45</td></tr>
<tr><td>6—10</td><td colspan="8">−55</td></tr>
<tr><td>10—16</td><td colspan="8">−75</td></tr>
<tr><td rowspan="5">8</td><td>1—2,5</td><td colspan="8">−36</td></tr>
<tr><td>2,5—6</td><td colspan="8">−55</td></tr>
<tr><td>6—10</td><td colspan="8">−75</td></tr>
<tr><td>10—16</td><td colspan="8">−90</td></tr>
<tr><td>16—30</td><td colspan="8">−110</td></tr>
<tr><td rowspan="4">9</td><td>2,5—6</td><td colspan="8">−75</td></tr>
<tr><td>6—10</td><td colspan="8">−95</td></tr>
<tr><td>10—16</td><td colspan="8">−110</td></tr>
<tr><td>16—30</td><td colspan="8">−150</td></tr>
</table>

Tabelul 6.33

Metode de danturare, condiții de lucru și viteze periferice ale angrenajelor melcate de diferite precizii

	Clasa 6 (foarte precisă)	Clasa 7 (precisă)	Clasa 8 (precizie medie)	Clasa 9 (precizie redusă)
Metoda de danturare și prelucrare	Melci cementați și căliți. Flancurile spirelor melcului se rectifică și polizează obligatoriu. Roțile melcate se prelucrează cu freze rectificate. Finisarea roților melcate trebuie făcută cu freze-melc crestate (severe-melc) rectificate, cu profilul melcului angrenajului. Se recomandă rodarea sub sarcină	Se recomandă cementarea și călirea sau numai călirea melcilor. Melcii căliți trebuie în mod obligatoriu rectificați după profil. Polisarea profilului melcului nu este obligatorie. Roțile melcate trebuie prelucrate cu freze melc rectificate. Nu se admite prelucrarea cu cuțite zburătoare sau cu freze disc. Se recomandă finisarea roților melcate cu freze melc crestate, rectificate. Nu se admit răzuirea roților melcate. În cazul lipsei unei finisări a roții melcate este obligatorie rodarea sub sarcină	Finisarea melcului pe strung sau mașini de frezat melci. Roțile se prelucrează cu freze melc, cu profil rectificat sau cu cuțit zburător. Nu se permite prelucrarea cu freze disc. Se admite răzuirea roților melcate. Se recomandă rodarea sub sarcină	Finisarea melcului pe strung sau mașini de frezat melci. Roata melcată se prelucrează cu indiferent ce procedeu. Se admite răzuirea roților melcate
Condiții de lucru	Perechea finală divizoare a mașinilor-unelte de precizie medie, angrenajele regulatoarelor la motoare	Angrenaje de transmitere a puterii în transport și industrie, angrenajele mecanismelor de ridicat și rotit	Angrenaje neimportante cu viteze periferice mici și regim de lucru scurt în fiecare zi	Angrenaje neimportante cu viteze reduse sau angrenaje acționate manual care nu necesită rapoarte de transmitere constante
Viteza periferică (a roții)	Peste 7,5 m/s	Pînă la 5 m/s	Pînă la 3 m/s	Pînă la 1,5 m/s

Observație: Recomandările referitoare la viteză sînt date numai din punctul de vedere al condiției asigurării capacității de lucru a angrenajului. Pentru condiții speciale (de exemplu în mecanisme de divizare) acestea se iau în considerare separat.

În ceea ce privește toleranțele semifabricatului melcului și roții melcate, dacă cilindrul de vîrf al melcului servește ca bază de măsurare a grosimii spirei, toleranța diametrului se alege conform tabelului 6.41, iar toleranța bătăii radiale a cilindrului se alege conform tabelului 6.42.

Subțierea minimă a spirei melcului și toleranța grosimii spirei se recalculează cu relațiile:

$$As_{min\,e} = As_{min} + 0{,}364\ TbD_eM \tag{6.22}$$

$$Ts_e = Es - 0{,}73\ TbD_{eM} - 0{,}364\ TD_eM \tag{6.23}$$

Tabelul 6.34

Domeniile de folosire a complexelor de indici de control pentru melci, roți melcate și angrenaje melcate

Criteriul de precizie	Complexul de control	Simbolurile	Clasa de precizie: 3	4	5	6	7	8	9
			Diametrul maxim, în mm						
Precizia melcului	Abaterea elicei melcului în limitele unei rotații și pe toată lungimea melcului	*Ae* și *Aet*	400	400	—	—	—	—	—
	Abaterea pasului axial, eroarea cumu lată a pasuluiaxial, eroarea formei profilului, bătaia radială a spirei melcului	Ap_a, Ecp_a, *Efp*, *brm*	—	—	400	400	400	400	400
Precizia roții melcate din angrenaje nereglabile	Eroarea cinematică de prelucrare, eroarea ciclică de prelucrare, bătaia radială a danturii, eroarea suprafeței generatoare a sculei	*Ecnp*, *Eclp*, *br*, *Esg*	5000	5000	—	—	—	—	—
	Eroarea cumulată de pas, eroarea ciclică de prelucrare, eroarea suprafeței generatoare a sculei	*Ecp*, *Eclp*, *Esg*	5000	5000	—	—	—	—	—
	Diferența dintre doi pași succesivi ai roții, eroarea cumulată de pas	*Aps*, *Ecp*	—	—	5000	5000	2000	2000	2000
	Diferența dintre doi pași succesivi ai roții, bătaia radială a danturii	*Aps*, *br*	—	—	5000	5000	2000	2000	2000
	Variația distanței de măsurat dintre axe la o rotație completă și la rotirea cu un dinte	*VAm*, VAm_1	—	—	—	—	—	800	800
Precizia roții melcate din angrenaje reglabile	Diferența dintre doi pași succesivi ai roții, eroarea cumulată de pas, abaterea distanței dintre axe la prelucrare, deplasarea planului median al roții la prelucrare	*Aps*, *Ecp*, *AAp*, *Aplp*	—	—	2000	2000	2000	2000	2000
	Diferența dintre doi pași succesivi ai roții, bătaia radială a danturii, abaterea distanței dintre axe la prelucrare, deplasarea planului median al roții la prelucrare	*Aps*, *br*, *AAp*, *Aplp*	—	—	2000	2000	2000	2000	2000
	Variația distanței de măsurat dintre axe la o rotație completă și la rotirea cu un dinte, abaterea distanței dintre axe la prelucrare, deplasarea planului median al roții la prelucrare	*VAm*, VAm_1, *AAp*, *Aplp*	—	—	—	—	—	800	800
Precizia angrenajului reglabil	Pata de contact, eroarea cinematică a angrenajului, eroarea ciclică a angrenajului	*Pc*, *Ecn*, *Ecl*	5000	5000	5000	5000	—	—	—
Precizia montării angrenajului nereglabil	Pata de contact, abaterea distanței dintre axe în angrenaj, deplasarea planului median al roții în angrenaj, eroarea unghiului dintre axe	*Pc*, *AA*, *Apl*, *Ey*	—	—	2000	2000	2000	2000	2000
Jocul dintre flancuri	Subțierea spirei melcului angrenajelor reglabile	*As*	5000	5000	5000	5000	—	—	—
	Subțierea spirei melcului angrenajelor nereglabile	*As*	—	—	2000	2000	2000	2000	2000

Tabelul 6.35

Toleranțe pentru criteriul de precizie al melcilor, în μm (extras STAS 6461-61)

Clasa de precizie	Simbolul	Diametrul melcului	Modulul axial m_a, mm				
			Peste 1 pînă la 2,5	Peste 2,5 pînă la 6	Peste 6 pînă la 10	Peste 10 pînă la 16	Peste 16 pînă la 30
7	Ap_{as}, Ap_{ai}	De la 12 pînă la 400	±11	±14	±19	±25	±36
	Ecp_{as}, Ecp_{ai}	De la 12 pînă la 400	±20	±25	±32	±42	±65
	Tfp	De la 12 pînă la 400	17	22	30	40	60
	$Tbrm$	De la 12 pînă la 25	16				
		Peste 25 pînă la 50	18				
		Peste 50 pînă la 100	20				
		Peste 100 pînă la 200	26				
		Peste 200 pînă la 400	36				
8	Ap_{as}, Ap_{ai}	De la 12 pînă la 400	±18	±22	±30	±40	±55
	Ecp_{as}, Ecp_{ai}	De la 12 pînă la 400	±32	±40	±50	±65	±105
	Tfp	De la 12 pînă la 400	26	36	48	60	100
	$Tbrm$	De la 12 pînă la 25	25				
		Peste 25 pînă la 50	28				
		Peste 50 pînă la 100	32				
		Peste 100 pînă la 200	42				
		Peste 200 pînă la 400	55				
9	Ap_{as}, Ap_{ai}	De la 12 pînă la 400	±28	±36	±48	±60	±90
	Ecp_{as}, Ecp_{ai}	De la 12 pînă la 400	±50	±60	±80	±105	±170
	Tfp	De la 12 pînă la 400	42	55	75	100	160
	$Tbrm$	De la 12 pînă la 25	40				
		Peste 25 pînă la 50	45				
		Peste 50 pînă la 100	50				
		Peste 100 pînă la 200	65				
		Peste 200 pînă la 400	90				

Observații:

1. Simbolurile au următoarele semnificații: Ap_{as}, Ap_{ai} — abaterile limită ale pasului axial al melcului; Ecp_{as}, Ecp_{ai} — erorile cumulate limită ale pasului axial; Tfp — toleranța erorii profilului; $Tbrm$ — toleranța bătăii radiale a spirei melcului.

2. Pentru angrenajele la care melcul are mai multe începuturi iar numărul de dinți ai roții melcate este un multiplu întreg al numărului de începuturi, se admite să se stabilească abaterile limită ale pasului axial Ap_{as} și Ap_{ai} la valoarea dublă a celor indicate în tabelul 6.35.

Tabelul 6.36

Toleranțe pentru criteriul de precizie a roților melcate, în μm (extras STAS 6461-61)

Clasa de precizie	Simbolul	Modulul axial m_a, mm	Diametrul roții melcate, mm: Pînă la 50	Peste 50 pînă la 80	Peste 80 pînă la 120	Peste 120 pînă la 200	Peste 200 pînă la 320	Peste 320 pînă la 500	Peste 500 pînă la 800	Peste 800 pînă la 1250	Peste 1250 pînă la 2000	Peste 2000 pînă la 3150	Peste 3150
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7	*Tps*	Peste 1 pînă la 2,5	14	15	16	17	19	22	26	34	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	17	18	18	20	22	24	30	36	48	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	21	22	24	25	28	32	40	52	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	26	28	30	34	38	45	58	—	—
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	38	40	45	48	55	65	—	—
	Tcp	Peste 1 pînă la 30	40	50	60	75	90	110	140	180	220	—	—
	Tbr	Peste 1 pînă la 30	32	42	50	58	70	80	95	115	140	—	—
	AAps *AApi*	Peste 1 pînă la 30	±19	±26	±30	±36	±42	±48	±55	±65	±75	—	—
	Aplps *Aplpi*	Peste 1 pînă la 30	±19	±26	±30	±36	±42	±48	±55	±65	±75	—	—
8	*Tps*	Peste 1 pînă la 2,5	22	24	25	26	30	36	42	52	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	26	28	30	32	36	38	48	55	75	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	34	36	38	40	45	50	60	85	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	42	45	48	52	58	70	95	—	—
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	58	60	70	75	90	105	—	—
	Tcp	Peste 1 pînă la 30	60	80	100	115	140	180	220	280	360	—	—
	Tbr	Peste 1 pînă la 30	50	65	80	95	110	120	150	190	220	—	—
	AAps *AApi*	Peste 1 pînă la 30	±30	±42	±48	±55	±65	±75	±90	±105	±115	—	—
	Aplps *Aplpi*	Peste 1 pînă la 30	±30	±42	±48	±55	±65	±75	±90	±105	±115	—	—
	$TVAm_1$	Peste 1 pînă la 2,5	30	32	34	36	42	48	55	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	36	38	40	42	48	52	60	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	45	48	50	52	58	70	—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	55	58	65	70	85	—	—	—	—

Tabelul 6.36 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8	*TVAm*	Peste 1 pînă la 2,5	75	100	110	120	140	180	210	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	85	105	110	120	150	180	210	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	110	115	140	160	190	220	—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	130	150	180	200	240	—	—	—	—
	Tps	Peste 1 pînă la 2,5	36	38	40	45	50	55	65	85	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	42	45	48	50	55	58	75	90	115	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	52	55	58	60	70	80	100	130	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	70	70	75	85	95	110	150	—	—
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	95	100	105	115	140	170	—	—
	Tcp	Peste 1 pînă la 30	95	140	170	190	240	300	360	450	560	—	—
	Tbr	Peste 1 pînă la 30	80	105	120	150	180	200	240	300	360	—	—
9	AAp_s AAp_i	Peste 1 pînă la 30	±48	±65	±75	±90	±105	±115	±140	±170	±190	—	—
	$Aplp_s$ $Aplp_i$	Peste 1 pînă la 30	±48	±65	±75	±90	±105	±115	±140	±170	±190	—	—
	$TVAm_1$	Peste 1 pînă la 2,5	48	50	52	55	65	75	90	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	55	58	60	65	75	85	100	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	70	75	80	85	95	110	—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	90	95	105	110	130	—	—	—	—
	TVAm	Peste 1 pînă la 2,5	115	160	180	200	220	280	340	—	—	—	—
		Peste 2,5 pînă la 6	130	170	180	200	240	280	340	—	—	—	—
		Peste 6 pînă la 10	—	180	190	220	250	300	360	—	—	—	—
		Peste 10 pînă la 16	—	—	210	240	280	320	380	—	—	—	—

Observații:

1. Simbolurile au următoarele semnificații: *Tbr* — toleranța bătăii radiale a danturii; *Tcp* — toleranța erorii cumulate de pas; *Tps* — toleranța diferenței dintre doi pași succesivi ai roții; AAp_s; AAp_i — abaterile limită ale distanței dintre axe la prelucrare; $Aplp_s$ deplasările limită ale planului median ale roții de prelucrare. $TVAm_1$ — toleranța variației distanței de măsurat dintre axe la rotirea roții cu un dinte; *TVAm* — toleranța variației distanței de măsurat dintre axe la o rotație completă a roții.

2. Eroarea cumulată de pas pe 1/6 din cerc sau pe un arc corespunzător celui mai apropiat număr întreg superior de dinți nu trebuie să depășească jumătate din toleranța erorii cumulate de pas.

Tabelul 6.37

Toleranțe pentru criteriul de precizie a montării angrenajelor melcate (nereglabile), de transmitere a puterii, în μm (extras STAS 64611-61)

Clasa de precizie	Simbolul	Modulul axial m_a mm	Distanța dintre axe, mm: Pînă la 40	Peste 40 pînă la 80	Peste 80 pînă la 160	Peste 160 pînă la 320	Peste 320 pînă la 630	Peste 630 pînă la 1250
0	1	2	3	4	5	6	7	8
7	*Pc*		Pe înălțimea dintelui minimum 60% În lungul dintelui minimum 65%					
	AA_s, AA_i	Peste 1 pînă la 30	30	42	55	70	85	110
	Apl_s, Apl_i	Peste 1 pînă la 30	22	34	42	52	65	80
	Ty	Peste 1 pînă la 2,5 Peste 2,5 pînă la 6 Peste 6 pînă la 10 Peste 10 pînă la 16 Peste 16 pînă la 30	13 18 26 36 58					
8	*Pc*		Pe înălțimea dintelui minimum 50% În lungul dintelui minimum 50%					
	AA_s, AA_i	Peste 1 pînă la 30	48	65	90	110	130	180
	Apl_s, Apl_i	Peste 1 pînă la 30	36	52	65	85	105	120
	Ty	Peste 1 pînă la 2,5 Peste 2,5 pînă la 6 Peste 6 pînă la 10 Peste 10 pînă la 16 Peste 16 pînă la 30	17 22 34 45 75					
9	*Pc*		Pe înălțimea dintelui minimum 30% În lungul dintelui minimum 35%					
	AA_s, AA_i	Peste 1 pînă la 30	±75	±105	±140	±180	±210	±280
	Apl_s, Apl_i	Peste 1 pînă la 30	±55	±85	±105	±130	±170	±200
	Ty	Peste 1 pînă la 2,5 Peste 2,5 pînă la 6 Peste 6 pînă la 10 Peste 10 pînă la 16 Peste 16 pînă la 30	21 28 42 55 95					

Observație:

Simbolurile au următoarele semnificații: *Pc* — pata de contact; AA_s, AA_i — abterile limită ale distanței dintre axe în angrenaj; Apl_s, Apl_i — abaterile limită ale planului median al roții în angrenare; *Ty* — toleranța erorii unghiului dintre axe (se exprimă în unități de măsură liniare pe lățimea roții).

Tabelul 6.38

Jocul minim dintre flancuri j_{min}, în μm (extras STAS 6461-61)

Felul jocului dintre flancuri	Distanța dintre axe, mm						
	Pînă la 40	Peste 40 pînă la 80	Peste 80 pînă la 160	Peste 160 pînă la 320	Peste 320 pînă la 630	Peste 630 pînă la 1250	Peste 1250
JE	0	0	0	0	0	0	0
JD	28	48	65	95	130	190	260
JC	55	95	130	190	260	380	530
JA	110	190	260	380	530	750	

Pentru roata melcată, dacă suprafața frontală este bază tehnologică la danturare, toleranța bătăii frontale se alege din tabelul 6.43 sau tabelul 6.16, iar dacă suprafața de vîrf este bază tehnologică, bătaia radială se ia după tabelul 6.17.

Suprafețele de vîrf, care nu sînt baze de măsurare sau tehnologice, se prevăd cu toleranțe astfel încît înălțimea dintelui să nu scadă cu mai mult de 0,1 m_a pentru clasele 3—6 și cu mai mult de 0,2 m_a pentru clasele 7—9.

6.2. CALITATEA SUPRAFEȚEI ORGANELOR DE MAȘINI

Terminologia și valorile rugozității suprafețelor organelor de mașini sînt date în tabelul 6.44. La indicarea rugozității suprafeței în desenul de execuție se va ține seama de STAS 612-75.

Pentru organe turnate din fontă, oțel și materiale neferoase rugozitatea suprafeței rezultate este dată în tabelul 6.45.

Rugozitatea suprafețelor și clasele de precizie în funcție de felul prelucrării și materialului piesei se dau orientativ în tabelul 6.46.

Rugozitatea suprafețelor funcționale (informativ) funcție de condițiile de lucru este dată în tabelul 6.47.

Indicații pentru alegerea rugozității suprafețelor în funcție de destinație și de modul de asamblare sînt date în tabelul 6.48.

Rugozitatea suprafețelor de montaj ale arborilor și alezajelor carcaselor pentru rulmenții radiali, radial-axiali cu alezaj cilindric și rulmenți axiali este dată în tabelul 6.49.

6.3. TOLERANȚE ȘI ABATERI DE FORMA ȘI DE POZIȚIE ȘI TOLERANȚE UNGHIULARE

Abaterile macrogeometrice ale formei pieselor, terminologia și notarea în desen sînt indicate în tabelul 6.50. La proiectarea piesei pentru toate aceste abateri se prevăd valori limită admisibile, alese astfel ca piesa să-și poată îndeplini funcțiunea, iar execuția să fie posibilă și economică.

Simbolurile pentru reprezentarea și notarea pe desene a toleranțelor de poziție sînt indicate în tabelul 6.51.

Toleranțele de formă și de poziție sînt prescrise în documentația de bază numai dacă limitarea abaterilor respective este necesară pentru a asigura calitatea piesei. Dacă în desenele de execuție nu se dau indicații privind abaterile de formă ale pieselor, acestea pot fi executate cu abateri de formă maxime limitate de cîmpul de toleranță al diametrelor sau distanțelor (unghiurilor). Dacă funcțiunile piesei cer ca abaterile de formă să fie mai mici decît cele maxime posibile în cadrul cîmpului de toleranță, trebuie indicate în desenele de execuție valorile prescrise.

Tabelul 6.39

Toleranța grosimii spirei T_s, în μm (extras STAS 6461-61)

Felul jocului dintre flancuri	Toleranța bătăii radiale a spirei melcului sau toleranța abaterii elicei melcului la o rotație *Tbrm*, μm											
	pînă la 6	Peste 6 pînă la 8	Peste 8 pînă la 10	Peste 10 pînă la 12	Peste 12 pînă la 16	Peste 16 pînă la 20	Peste 20 pînă la 25	Peste 25 pînă la 32	Peste 32 pînă la 40	Peste 40 pînă la 50	Peste 50 pînă la 60	Peste 60
JE	24	26	28	28	32	34	38	45	50	55	65	80
JD	34	36	38	40	42	45	50	55	60	70	80	95
JC	65	65	70	70	75	75	80	85	90	100	110	130
JA	95	95	100	100	105	105	110	115	120	130	140	160

Tabelul 6.40

Subțierea minimă a spirei As_{min} la angrenajele melcate (nereglabile) de transmitere a puterii în μm (extras STAS 6461-61)

Clasa de precizie	Felul jocului din trei flancuri	Modulul axial m_a, mm	Distanța dintre axe, mm: pînă la 40	Peste 40 pînă la 80	Peste 80 pînă la 160	Peste 160 pînă la 320	Peste 320 pînă la 630	Peste 630 pînă la 1250
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	JA	Peste 1 pînă la 2,5	140	220	320	450	600	850
		Peste 2,5 pînă la 6	150	240	320	450	600	850
		Peste 6 pînă la 10	—	240	340	450	630	850
		Peste 10 pînă la 16	—	—	340	450	630	850
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	480	630	900
7	JE	Peste 1 pînă la 2,5	45	55	65	80	90	115
		Peste 2,5 pînă la 6	55	60	70	85	95	120
		Peste 6 pînă la 10	—	75	85	95	105	130
		Peste 10 pînă la 16	—	—	95	105	115	140
		Peste 16 pînă la 30	—	—		130	140	160
	JD	Peste 1 pînă la 2,5	75	105	130	180	220	300
		Peste 2,5 pînă la 6	85	110	140	180	240	320
		Peste 6 pînă la 10	—	120	150	190	240	320
		Peste 10 pînă la 16	—	—	170	200	260	340
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	240	280	360
	JC	Peste 1 pînă la 2,5	105	150	200	280	360	500
		Peste 2,5 pînă la 6	110	160	210	280	380	500
		Peste 6 pînă la 10	—	170	220	280	380	530
		Peste 10 pînă la 16	—	—	240	300	400	530
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	340	420	560
	JA	Peste 1 pînă la 2,5	160	250	340	480	630	900
		Peste 2,5 pînă la 6	170	260	340	480	670	900
		Peste 6 pînă la 10	—	270	360	480	670	900
		Peste 10 pînă la 16	—	—	380	500	670	900
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	530	710	950

Tabelul 6.40 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	JD	Peste 1 pînă la 2,5	105	140	180	220	280	380
		Peste 2,5 pînă la 6	115	150	180	220	280	380
		Peste 6 pînă la 10	—	160	200	240	300	400
		Peste 10 pînă la 16	—	—	220	260	320	420
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	300	360	450
	JC	Peste 1 pînă la 2,5	130	190	250	320	420	560
		Peste 2,5 pînă la 6	140	200	250	320	420	600
		Peste 6 pînă la 10	—	210	260	340	450	600
		Peste 10 pînă la 16	—	—	300	360	450	600
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	400	500	630
	JA	Peste 1 pînă la 2,5	190	280	380	530	710	950
		Peste 2,5 pînă la 6	200	300	400	530	710	950
		Peste 6 pînă la 10	—	320	400	530	710	1000
		Peste 10 pînă la 16	—	—	420	560	750	1000
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	600	750	1000
9	JD	Peste 1 pînă la 2,5	150	190	240	300	360	480
		Peste 2,5 pînă la 6	160	200	250	320	380	500
		Peste 6 pînă la 10	—	240	280	340	400	500
		Peste 10 pînă la 16	—	—	400	360	420	520
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	450	500	600
	JC	Peste 1 pînă la 2,5	170	240	300	400	500	670
		Peste 2,5 pînă la 6	190	250	320	400	530	710
		Peste 6 pînă la 10	—	280	340	420	530	710
		Peste 10 pînă la 16	—	—	380	450	560	710
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	530	630	800
	JA	Peste 1 pînă la 2,5	240	340	450	600	800	1060
		Peste 2,5 pînă la 6	250	360	450	600	800	1060
		Peste 6 pînă la 10	—	380	480	630	800	1120
		Peste 10 pînă la 16	—	—	500	670	850	1120
		Peste 16 pînă la 30	—	—	—	750	900	1180

Observație. La determinarea subțierii minime a spirei melcului, alegerea jocului minim dintre flancuri trebuie să țină seamă de: subțierea, în urma reascuțirii, a spirei sculei cu care se prelucrează roata melcată; dilatarea elementelor angrenajului care se încălzesc în timpul funcționării; grosimea stratului de lubrifiant.

Tabelul 6.41

Toleranţa diametrului de vîrf al melcului în cazul folosirii lui ca bază de măsurare

Clasa de precizie	Felul ajustajului	Simbolul	Modulul axial m_a, în mm	Diametrul melcului, în mm: Pînă la 200	Diametrul melcului, în mm: Peste 200 la 400
3 şi 4	JE	TDe_M	Peste 1 la 2,5	h5	—
			Peste 2,5 la 6	h5	—
			Peste 6 la 10	h5	
			Peste 10 la 16	h5	
	JD	TDe_M	Peste 1 la 2,5	h5	
			Peste 2,5 la 6	h5	
			Peste 6 la 10	h5	
			Peste 10 la 16	h5	
	JC	TDe_M	Peste 1 la 2,5	h6	
			Peste 2,5 la 6	h6	
			Peste 6 la 10	h6	
			Peste 10 la 16	h6	
5	JE	TDe_M	Peste 1 la 30	h5	
	JD		Peste 1 la 30	h5	
	JC		Peste 1 la 30	h6	
	JA		Peste 1 la 30	h7	
6	JE	TDe_M	Peste 1 la 30	h5	
	JD		Peste 1 la 30	h6	
	JC		Peste 1 la 30	h6	
	JA		Peste 1 la 30	h7	
7	JE	TDe_M	Peste 1 la 30	h6	
	JD		Peste 1 la 30	h6	
	JC		Peste 1 la 30	h7	
	JA		Peste 1 la 30	h7	
8	JD	TDe_M	Peste 1 la 30	h7	
	JC		Peste 1 la 30	h7	
	JA		Peste 1 la 30	h8	
9	JD	TDe_M	Peste 1 la 30	h7	
	JC		Peste 1 la 30	h7	
	JA		Peste 1 la 30	h8	

Observaţii: Dacă la folosirea cilindrului de vîrf ca bază de măsurare se va lua în considerare valoarea efectivă a diametrului lui, toleranţa se prescrie ca şi pentru dimensiunile libere.

Tabelul 6.42

Toleranţa bătăii radiale a cilindrului de vîrf al melcului în cazul folosirii lui ca bază de măsurare, în µm

Clasa de precizie	Felul ajustajului	Simbolul	Modulul axial m_a, mm	Diametrul melcului, în mm: Pînă la 25	Peste 25 la 50	Peste 50 la 100	Peste 100 la 200	Peste 200 la 400
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3 şi 4	JE	$TbDe_M$	Peste 1 la 2,5			8		
			Peste 2,5 la 6			8		
			Peste 6 la 10			9		
			Peste 10 la 16			10		
	JD	$TbDe_M$	Peste 1 la 2,5			12		
			Peste 2,5 la 6			12		
			Peste 6 la 10			13		
			Peste 10 la 16			13		
	JC	$TbDe_M$	Peste 1 la 2,5			22		
			Peste 2,5 la 6			22		
			Peste 6 la 10			24		
			Peste 10 la 16			24		
5	JE	$TbDe_M$	Peste 1 la 30	8	9	9	10	11
	JD		Peste 1 la 30	11	12	12	14	14
	JC		Peste 1 la 30	22	22	22	24	26
	JA		Peste 1 la 30	32	32	32	34	36
6	JE	$TbDe_M$	Peste 1 la 30	9	10	10	11	13
	JD		Peste 1 la 30	13	14	14	15	17
	JC		Peste 1 la 30	24	24	24	26	28
	JA		Peste 1 la 30	34	34	34	36	38
7	JE	$TbDe_M$	Peste 1 la 30	11	12	12	15	17
	JD		Peste 1 la 30	14	15	15	19	20
	JC		Peste 1 la 30	25	26	26	30	31
	JA		Peste 1 la 30	36	36	36	40	42
8	JD	$TbDe_M$	Peste 1 la 30	17	19	19	24	28
	JC		Peste 1 la 30	28	30	30	34	38
	JA		Peste 1 la 30	38	40	40	45	48
9	JD	$TbDe_M$	Peste 1 la 30	21	24	24	32	32
	JC		Peste 1 la 30	30	34	34	45	45
	JA		Peste 1 la 30	42	45	45	55	55

Tabelul 6.43

Toleranța bătăii frontale a roții melcate raportată la o lungime de 100 mm din diametru, în μm

Clasa de precizie	Modulul axial m_a, mm	Lățimea roții melcate, mm			
		12—25	25—50	50—100	100—200
5	1—2,5	50	25	12	6
	2,5—6	64	32	16	8
	6—10	—	40	20	10
	10—16	—	58	30	15
6	1—2,5	58	30	14	7
	2,5—6	80	40	20	10
	6—10	—	50	25	12
	10—16	—	72	36	18
7	1—2,5	72	32	16	8
	2,5—6	100	45	22	12
	6—10	—	65	32	18
	10—16	—	90	45	25
8	1—2,5	90	42	20	11
	2,5—6	120	55	28	14
	6—10	—	85	42	22
	10—16	—	110	55	30

Observație. Toleranța bătăii frontale este egală cu valoarea din tabel înmulțită cu raportul $\frac{D_2}{100}$ (D_2 se alege în mm).

Tabelul 6.44

Valori preferențiale ale parametrilor R_a, R_z și ale lungimii de bază l (extras STAS 5730/$_1$-75)

R_a, μm max.	R_z, μm max.	Lungimea de bază, l (mm)
0,012 0,025	0,063 0,125	0,08
0,05 0,10 0,20 0,40	0,25 0,45 1,0 2,0	0,25
0,80 1,60 3,2	4 8 12,5	0,8
6,3 12,5	25 50	2,5
25 50 100	100 200 400	8

Toleranțele la rectilinitate *TFr*, la planitate *TFp*, la forma dată a profilului *TFf* și la forma dată a suprafeței *TFs* funcție de clasa de precizie și dimensiunea nominală se aleg după tabelul 6.52.

Toleranțele la circularitate *TFc* și la cilindricitate *Tfl* funcție de clasa de precizie și de dimensiunea nominală se aleg după tabelul 6.53.

Toleranțele la paralelism *TPl*, la perpendicularitate *TPd* și la înclinare *TPi* funcție de clasa de precizie și de dimensiunea nominală, se aleg după tabelul 6.54.

Toleranțele la coaxialitate *TPc*, la concentricitate *TPc*, la simetrie *TPs* și la intersectare *TPx* funcție de clasa de precizie și de dimensiunea nominală se aleg după tabelul 6.55.

Toleranțele bătăii radiale *TBr* funcție de clasa de precizie și de diametrul nominal al suprafeței respective se aleg după tabelul 6.56.

Toleranțele bătăii frontale *TBf* funcție de clasa de precizie și de diametrul nominal se aleg după tabelul 6.57.

Toleranțele la rectilinitate *TFr*, la planitate *TFp*, la forma dată a profilului *TFf*, la forma dată a suprafeței *TFs*, la circularitate *TFc*, la cilindricitate *TFl*, la paralelism *TPl*, la perpendicularitate *TPd* și la înclinare *TPi*, la coaxialitate *TPc*, la concentricitate *TPc*, la simetrie *TPs*, și la intersectare *TPx*, se prevăd pe desenul de execuție, dacă limitarea este necesară pentru asigurarea calității piesei (funcționare, interschimbabilitate, montaj etc.).

În cazul în care nu se prevăd aceste toleranțe abaterea de poziție respectivă este limitată de cîmpul de toleranță la dimensiuni.

6.4. ABATERI LA DIMENSIUNI FĂRĂ INDICAȚII DE TOLERANȚĂ OBȚINUTE PRIN AȘCHIERE

Dimensiunile obținute prin așchiere fără indicații de toleranță intră în categoria dimensiunilor „fără indicații tehnologice" prin care se înțeleg acele dimensiuni pentru care este satisfăcătoare precizia corespunzătoare condițiilor obișnuite de execuție, fără eforturi tehnologice speciale.

Pentru dimensiunile fără indicații de toleranță se prevăd trei clase de abateri: limită fină, mijlocie și grosolană.

O clasă de abateri cuprinde ansamblul abaterilor limită la dimensiuni liniare, la dimensiuni unghiulare și abaterile de formă și poziție.

Tabelul 6.45

Rugozitatea suprafețelor pieselor turnate

Procedeul de turnare			R_a (μm)
Piese turnate în forme de nisip	Metale feroase		(25) — 100
	Metale neferoase		(6,3) — 50
Piese turnate în cochile	Metale feroase		(3,2) — 25
	Metale neferoase		(1,6) — 12,5
Piese turnate în forme fuzibile	Metale feroase		(1,6) — 12,5
	Metale neferoase		(1,6) — 12,5
Piese turnate în forme de coji	Metale feroase	Oțel carbon	(12,5) — 25
		Fontă cenușie	(6,3) — 12,5
	Metale neferoase		(1,6) — 12,5
Piese turnate sub presiune	Aliaje de zinc, magneziu sau aluminiu Aliaje de cupru		(0,8) — 6,3

Rugozitatea suprafețelor și clasele de precizie în funcție de felul prelucrării și materialului piesei

Felul prelucrării		Parametrul de rugozitate R_a, µm				Clasa de precizie	
		Oțel	Bronz și alamă	Aliaje ușoare	Materiale nemetalice	Economică	Realizabilă
0		1	2	3	4	5	6
Tăiere cu flacără (oxiacetilenică)			(12,5)—100		—	9 și mai mare	—
Tăiere cu foarfece sau fierăstrău			12,5—100		—	9 și mai mare	—
Rabotare	de degroșare	12,5—25	6,3—12,5	12,5—25	—	7—8	—
	semifină	3,2—6,3	1,6—3,2	3,2—6,3	—	6—7(5) [2]	—
	fină	(0,8—1,6)	0,8	1,6	—	4	3 [2]
Mortezare	de degroșare		25—50		—	8—9	—
	semifină		3,2—12,5		—	7	6
Frezare cu freză cilindrică	de degroșare	12,5—25	6,3—12,5	12,5—25	—	7—8(6) [2]	—
	semifină	3,2—6,3	3,2	3,2—6,3	—	6(5) [2]	—
	fină	(1)	1,6	—	—	4	3 [2]
Frezare frontală	de degroșare		6,3—12,5		—	7—8(6) [2]	—
	semifină	(1,6)—6,3	(0,8)—6,3	8,2—6,3	—	6	5 [3]
	fină	(0,8)—1,6	(0,4)—0,8	1,6	—	4	3 [3]
Frezare rapidă	de degroșare		3,2		—	7—8	6
	semifină	0,8—1,6	(0,4)—0,8	—	—	6—7	4
Strunjire exterioară cu avans longitudinal	de degroșare		25—100		—	9 și mai mare	—
	semifină		6,3—12,5		—	7—8	—
	fină		1,6—3,2		3,2—6,3	4—6	3
	foarte fină (cu diamant)		(0,4)—0,8	0,8	3,2—6,3	2	1
Strunjire exterioară cu avans transversal	de degroșare		25—100		—	10 și mai mare	—
	semifină	6,3—12,5	6,3	6,3—12,5	—	8—9	—
	fină	3,2	1,6—3,2	3,2	3,2—12,5	6—7	4
	foarte fină	(0,8)—1,6	(0,4)—0,8	1,6	—	6—4	2
Strunjire exterioară rapidă			(0,4)—1,6		—	6	4
Găurire cu burghiul	cu diametrul pînă la 15 mm	3,2—6,3	3,2—6,3	6.3—12,5	6,3—12,5	7—8 [4]	6 [5]
	cu diametrul peste 15 mm	12,5—25	6,3—12,5		6,3—12,5	7—8 [4]	6 [5]
Lărgire			(6,3)—25		—	7—8	6
Zencuire	de degroșare		12,5—25		12,5—25	7—9	—
	semifină		3,2—6,3		3,2—6,3	5—6	4
Strunjire interioară	de degroșare		50—100		—	9 și mai mare	—
	semifină		12,5—25		—	7—8	—
	fină		3,2—6,3		3,2—12,5	5—6	4
	foarte fină (cu diamant)	(0,8)—1,6	(0,4)—1,6	(0,8)—1,6	—	3—4	3

Tabelul 6.46 (continuare)

Felul prelucrării		Parametrul de rugozitate R_a, µm: Oţel	Bronz şi alamă	Aliaje uşoare	Materiale nemetalice	Clasa de precizie: Economică	Realizabilă
0		1	2	3	4	5	6
Strunjire interioară rapidă		0,4—1,6		—	—	4	2
Alezare	semifină	6,3—12,5	3,2—12,5	6,3—12,5	—	4—5	3 [3])
	fină	1,6—3,2	0,8—1,6	1,6—3,2	—	2—3(2) [2])	—
	foarte fină	(0,4)—0,8	(0,2)—0,4	0,8	—	2	1 [3])
Broşare	de degroşare	6,3	—	—	—	4	—
	semifină	0,8—0,3	—	—	—	2—3	—
	fină	0,2—0,4	—	—	—	2	1
Lamare cilindrică cu bucşă de ghidare			6,3—12,5		6,3—12,5	—	—
Lamare conică			3,2—6,3		3,2—6,3	—	—
Răzuire	grosolană		1,6—6,3		—	6	4
	fină	0,1—0,8		—	—	4	2
Ajustare cu pila			(1,6)—25		—	3—6	2
Şlefuire cu abraziv pe suport textil			(0,2)—1,6		1,6—3,2	3—6	3
Rectificare cilindrică	de curăţire	3,2—6,3		—	—	3—6	—
	semifină	0,8—1,6		—	—	2—3	1
	fină	(0,2)—0,4	—	—	—	1	—
Rectificare cilindrică la oţeluri călite	semifină	0,2—0,4	—	—	—	1	—
	fină	(0,05)—0,1	—	—	—	1	—
Rectificare plană	de curăţire	3,2		—	—	4—6	—
	semifină	0,8—1,6	—	—	—	2—3	—
	fină	(0,1)—0,4	—	—	—	2	1
Trefilare	semifină	0,4—1,6		—	—	2—4	—
	fină	0,05—1,6		—	—	1—2	—
Calibrarea găurilor cu bilă sau cu dorn	după găurire	0,4—1,6	—	—	—	4	3
	după strunjire	0,4—1,6	—	—	—	2	—
	după alezare	0,05—1,6	—	—	—	2	1
Rodare	semifină	0,4—3,2	—	—	—	2	—
	fină	0,1—1,6	—	—	—	1	—
Lustruire	obişnuită	0,2—1,6		—	—	2	—
	fină	0,05—0,1	—	—	—	1	—
Rodare cu abraziv	mecanică — fină	0,2—0,4		0,4	—	2	—
	mecanică — preliminară		0,8—1,6		—	2	—
	mecanică — semifină		0,4		—	2	—

Tabelul 6.46 (continuare)

0			1	2	3	4	5	6
(ex. bile de rulmenți)	manuală	fină	0,1—0,2	0,2	—	—	2	—
		foarte fină	0,025—0,05	—	—	—	1	—
		oglindă	0,012—0,025	—	—	—	1	—
Honuire		semifină	0,2—0,8	—	—	—	2—3	—
		fină	0,025—0,1	—	—	—	1—2	—
Lepuire		preliminară	0,4—0,8	—	—	—	2	—
		semifină	0,2	—	—	—	2	—
		fină	0,025—0,1	—	—	—	1	—
Superfinisare		semifină	0,2—0,4	—	—	—		—
		fină	0,1—0,2	—	—	—	1 și mai precisă	—
		extrafină	0,012—0,05	—	—	—		—
Filetare	exterioară	cu filieră	(1,6)—6,3	—	3,2—6,3	—	2—4	—
		cu cuțit, freză etc.	0,8—3,2	—	—	—	1—2	—
		roluire	0,4—0,8	—	—	—	4	—
		rectificare	(0,2)—0,8	—	—	—	1—2	—
	interioară	cu tarod	3,2—6,3	—	—	—	2—4	—
		cu cuțit, freză etc.	0,8—3,2	—	—	—	2—4	—
Prelucrarea danturii roților dințate		rabotare	1,6—3,2	—	—	—	2—6	—
		frezare	(0,8)—3,2	—	—	—	2—6	—
		rectificare și rodare	(0,2)—1,6	—	—	—	1—2	—
Finisare cu jet de alice a unei suprafețe cu rugozitatea inițială (0,8—3,2)			0,2—0,8	—				

[1]) În paranteză este indicată rugozitatea limită ce se poate obține;
[2]) În paranteză este dată precizia economică de prelucrare a fontei;
[3]) Pentru fontă reprezintă precizia de prelucrare economică;
[4]) În cadrul găurilor fără bucșe de ghidare;
[5]) Găuri cu bucșe de ghidare.

Tabelul 6.47

Rugozitatea suprafețelor funcționale (informativ) funcție de condițiile de lucru

R_a, μm	Condițiile de lucru și exemple de domenii de aplicare	Exemple de utilizare
0	1	2
0,0012	Uzuri foarte reduse la tensiuni de contact mari; aparate de măsură de mare precizie (aparate de laborator)	Căi de rulare la rulmenții de mare precizie, suprafețe de măsurare la aparate de măsura optico-mecanice, cale plan-paralele etalon
0,025	Uzuri reduse la viteze mari și tensiuni de contact relativ mari; aparate de măsură precise	Pistoane și plunjere la pompe cu presiuni de peste 100 daN/cm²; lagărele arborilor principali ai mașinilor-unelte de mare precizie, suprafețe de măsurare la micrometre, cale plan-paralele
0,05	Uzură redusă la suprafețe funcționale; aparate de măsurat precise	Distribuitoare și cilindrii de pompe cu presiune peste 100 daN/cm², suprafețe de centrare de mare precizie la dornuri și scule foarte precise, scări gradate la aparate optico-mecanice, suprafețe de măsurare la comparatoare, calibrare
0,1	Joc redus între suprafețele de ghidare precise; aparate de măsurat de precizie mijlocie	Etanșări pretențioase la presiuni relativ mari fără garnituri, fusuri și cuzineți la lagărele mecanismelor și mașinilor-unelte rapide și de precizie, ghidaje de rostogolire de mare precizie, suprafețe de măsurare la șublere
0,2	Suprafețe supuse frecării, care influențează precizia de lucru a mașinii sau mecanismului	Etanșări conice fixe fără garnituri, lagăre de arbori cotiți, etanșări mobile fără garnituri, pistoane, cilindrii, distribuitoare, pompe la presiuni sub 100 daN/cm², cuzineți lepuiți, fusuri de manivelă, fusuri la turbine și reductoare de mare viteză, ghidaje pentru mașini-unelte, conuri pentru fixare la scule, știfturi de centrare la dispozitive, filete rectificare
0,4	Uzură redusă la viteze și tensiuni mijlocii; suprafețe de centrare, suprafețe de contact greu solicitate	Cilindrii de pompe cu presiune sub 100 daN/cm², suprafețe de alunecare la pene, cuzineți din metal antifricțiune pentru arbori motori, cilindrii care lucrează cu segmenți, suprafața cilindrică la pistoane, lagăre la arbori de transmisie, discuri de fricțiune
0,8	Uzură redusă la viteze și tensiuni de contact reduse și la forțe axiale; suprafețe de centrare	Etanșări fixe fără garnituri, cuzineți de bronz, cuzineți rectificați, alezaje broșate, tambure de frînă, axe cu excentrice, glisiere și ghidaje
1,6	Suprafețe de ghidare și de centrare la mișcări periodice, suprafețe de contact puțin solicitate	Ajustaje fixe, alezaje la reductoare, suprafețe de contact la carcase din fontă, etanșări cu garnituri metalice (cupru, plumb etc.)

Tabelul 6.47 (continuare)

0	1	2
3,2	Uzură redusă la transmisii, suprafețe de contact fără mișcare, condiții de aspect	Filete de fixare de precizie normală, ajustaje fixe demontabile, flanșe
6,3	Suprafețe de contact nesolicitate și fără centrare	Etanșări cu garnituri nemetalice, suprafețe de așezare de dimensiuni și greutăți mijlocii, suprafețe cu condiții de aspect
12,5—25	Suprafețe de contact grosolane, fără mișcare	Suprafețe de așezare la piese mari și grele, suprafețe cu condiții de aspect
mai mari de 50	Suprafețe grosolane	Piese turnate cu condiții de aspect

Pentru dimensiuni liniare (interioare, exterioare, diametre, lățimi, înălțimi, grosimi, raze, teșituri etc.) se prescrie una din clasele de abateri limită din tabelul 6.58.

Pentru dimensiuni unghiulare se prescriu abateri după tabelul 6.59. Acestea se dau în funcție de lungimea laturii celei mai scurte a unghiului considerat, exprimate fie în grade sexagesimale și minute, fie în echivalentul lor în procente (mm/100 mm).

Pentru mărimi definite prin dimensiuni fără indicații de toleranță abaterile de formă și poziție, cu excepția toleranțelor la coaxialitate (simetrie) și a bătăii radiale, se limitează prin valorile abaterilor limită la dimensiuni.

Toleranțele la coaxialitate (în cazul pieselor cu formă de revoluție), respectiv la simetrie (în cazul pieselor prismatice) este 0,6 mm pentru clasa fină și mijlocie și 2 mm pentru clasa grosolană.

Toleranțele bătăii radiale este de 0,1 mm pentru clasa fină și mijlocie și 0,3 mm la clasa grosolană.

Indicarea pe desene a abaterilor limită pentru cotele fără indicații de toleranță se va face printr-o notă generală în cîmpul desenului.

Se recomandă ca în această notă să se reproducă și valorile corespunzătoare. Exemplu pentru o piesă avînd dimensiuni între 3 și 300 mm în clasa mijlocie, diversele abateri se trec ca în tabelul 6.60.

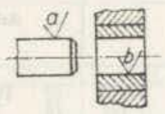
6.5. RECOMANDĂRI PENTRU ALEGEREA AJUSTAJELOR

Cu caracter de recomandare în STAS 8104-68 și STAS 8105-68 se dau cîmpurile de toleranță și ajustajele preferențiale. În tabelele 6.61 și 6.62 sînt date ajustajele recomandate preferențiale ale sistemului arbore și alezaj unitar.

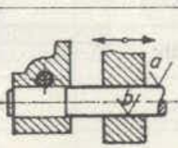
Dacă condițiile de funcționare nu sînt satisfăcute de șirul preferențial 1, se recurge la șirul 2 sau la valorile simbolurilor de uz general din STAS 8102-68 pentru arbori, respectiv STAS 8103-68 pentru alezaje.

Indicații pentru alegerea rugozității suprafețelor

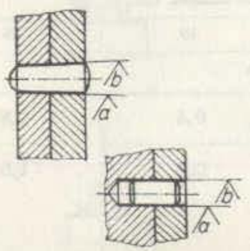
1. Suprafețe funcționale cilindrice în mișcare de rotație

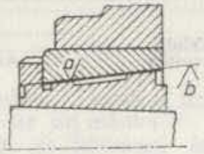
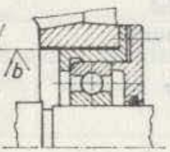
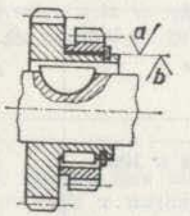
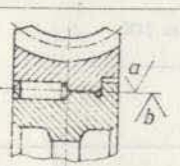
Desenul subansamblului	Denumirea piesei	Exemple de toleranțe ale ajustajului	Diametre de la	Diametre până la	Felul execuției	R_a, µm Arbore *a*	R_a, µm Alezaj *b*
	Fusurile arborilor cu sarcini radiale și cuzineții lagărelor respective	$\frac{H6}{g5}$, $\frac{H7}{g6}$	—	50	precisă	0,2	0,2
					obișnuită	0,2	0,4
		$\frac{H7}{f7}$, $\frac{H8}{e9}$	50	180	precisă	0,2	0,4
					obișnuită	0,2 (0,4)	0,8
			180	250	precisă	0,2	0,4
					obișnuită	0,4	0,8
			Fără cerințe de precizie cu acționare intermitentă sau manuală			0,4	1,6

2. Suprafețe funcționale cu mișcare de translație

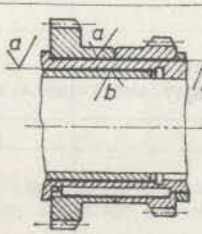
Desenul subansamblului	Denumirea piesei	Exemple de toleranțe ale ajustajului	Domeniul de aplicare		R_a, µm Arbore *a*	R_a, µm Alezaj *b*
	Furci pentru mecanismele de comandă ale cutiilor de viteză	$\frac{H7}{h6}$, $\frac{H7}{h5}$, $\frac{H7}{f7}$	Execuții normale	până la ⌀ 100	(0,4) 0,8	(0,8) 1,6
				peste ⌀ 100	0,8	1,6

3. Suprafețe funcționale cilindrice sau conice de strîngere sau de centrare

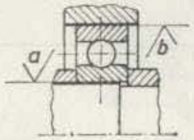
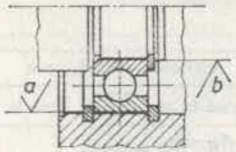
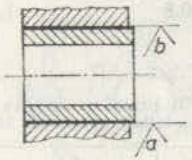
Desenul subansamblului	Denumirea piesei	Felul execuției sau domeniul de aplicare	R_a, µm Arbore *a*	R_a, µm Alezaj *b*
	Stifturi cilindrice și conice și găurile corespunzătoare	Execuție în vederea asamblării (centrării)	0,4	0,8
		Execuție ca elemente de antrenare	0,4	1,6

Desenul subansamblului	Denumirea piesei	Felul execuției sau domeniul de aplicare	R_a, μm Arbore *a*	R_a, μm Alezaj *b*
	Alezajul conic al lagărelor și suprafețelor exterioare ale cuzineților, destinate centrării și scoaterii jocului	Mașini-unelte de înaltă precizie	(0,2) 0,4	(0,4) 0,8
		Alte mașini-unelte	0,4	0,8
Desenul subansamblului	**Denumirea piesei**	**Diametre, mm**	**R_a, μm Arbore *a***	**R_a, μm Alezaj *b***
	Casete pentru rulmenți avînd cerințe de precizie a ajustajului în vederea centrării	Pînă la 120	0,4	(0,8) 1,6
		120—150	0,8	(0,8) 1,6
		peste 150	1,6	1,6 (3,2)
	Roată dințată presată sau împănată pe ax	Pînă la 50	0,4	0,4
		50—120 Necălit	0,8	0,8
		50—120 Călit	0,4	0,8
		peste 120 Necălit	1,6	1,6
		peste 120 Călit	0,8	0,8
	Obadă presată pe butuc cu asigurare contra rotirii	Presare la cald	0,8 (1,6)	0,6 (3,2)

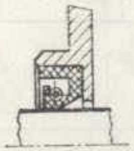
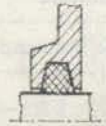
4. Suprafețe cilindrice de centrare (rugozitatea în funcție de bătaia radială admisibilă)

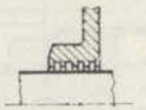
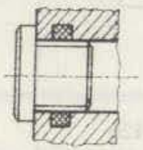
Desenul subansamblului	Suprafața	Bătaia radială maximă admisă, μm: 2,5	4	6	10	16	25
		R_a, μm					
	Arborele *a*	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6
	Alezajul *b*	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2

5. Suprafeţe cilindrice asamblate, fără mişcare reciprocă, la care asigurarea contra rotirii se face prin frecare

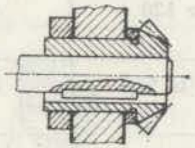
Desenul subansamblului	Denumirea piesei	Felul ajustajului	Diametre	R_a, μm	
				a	b
	Suprafeţele ajustajelor pentru lagăre cu rulmenţi	Suprafeţele ajustajului permit deplasarea axială a rulmentului pentru compensarea dilatărilor termice (ajustaj precis)	—	(0,2) 0,4	(0,4) 1,6
		Idem (ajustaj de precizie obişnuită)	peste 120	0,4	(0,8) 1,6
		Lagăre cu rulmenţi fără deplasare axială (ajustaj precis)	—	0,4	0,4 (0,8)
		Idem (ajustaj de precizie obişnuită)	pînă la 120	0,4	(0,8) 1,6
			peste 120	0,4	(1,6) (3,2)
	Bucşe presate	Bucşe presate la rece	pînă la 50	0,4	(0,8) 1,6
			50—120	0,8	(0,8) (1,6)
			peste 120	0,8	(1,6) 3,2

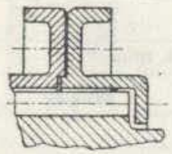
6. Suprafeţele arborilor în regiunea de etanşare

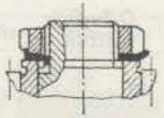
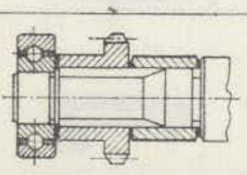
Desenul subansamblului	Felul etanşării	Viteza periferică, m/sec			
		pînă la 3	pînă la 5	peste 5	pînă la 4
	Cu cauciuc	0,8—1,6 lustruit	0,4—0,8 lustruit	0,2—0,4 lustruit	—
	cu pislă	—			0,8—1,6 lustruit

Desenul subansamblului	Felul etanşării	Viteza periferică, m/sec			
		pînă la 3	pînă la 5	peste 5	pînă la 4
	cu labirint	3,2—6,3		—	
	cu suprafeţe de etanşare fixe (inele de cauciuc pentru etanşare)	3,2			

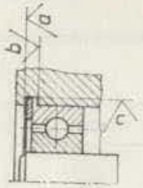
7. Suprafeţe plane de sprijin frontal

Desenul subansamblului	Exemple de utilizare	Viteza de alunecare, m/s	Bătaia frontală maximă admisă, μm				
			pînă la 6	pînă la 10	pînă la 16	pînă la 25	pînă la 40
			R_a, μm				
	Suprafeţele reazemelor frontale (axiale) rotitoare ale bucşelor şi axelor în mişcare	pînă la 0,5	0,4	0,8	1,6	1,6	3,2
		peste 0,5	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2

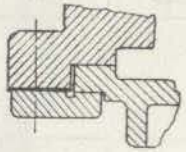
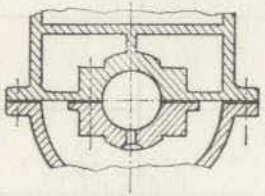
Desenul subansamblului	Exemple de utilizare	Abaterea de la perpendicularitatea suprafeţei faţă de axa piesei la lungimea de 100 mm, μm		
		pînă la 30	pînă la 50	peste 50
		R_a, μm		
	Suprafeţele îmbinărilor cu flanşe fără etanşare, suprafeţele frontale ale flanşelor, cuplajelor etc.	1,6	3,2	6,3

Desenul subansamblului	Exemple de utilizare		R_a, μm
	Suprafeţele de bază pentru prelucrarea danturii la roţile dinţate, piuliţe şi contrapiuliţe de capăt pentru fixarea lagărelor	Piese tratate	0,8
		Piese netratate	1,6
	Suprafeţe frontale ale roţilor dinţate şi bucşelor aşezate pe axe	Piese tratate şi rectificate	0,8
		Sprijinite frontal pe rulmenţi	1,6
	Suprafeţele bucşelor, inelelor, capacelor în contact cu alte suprafeţe fără a forma ajustaje cu axele pe care sînt montate	3,2—6,3	

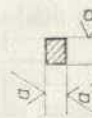
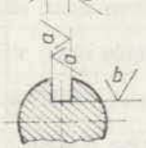
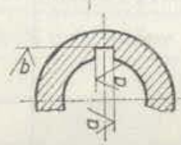
8. Suprafețe de așezare pentru inele de siguranță zeger (R_a, μm)

	*a*	3,2
	b	6,3
	c	6,3—12,5

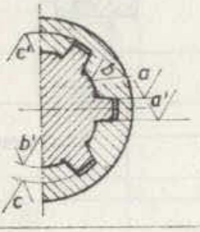
9. Suprafețe plane de așezare (R_a, μm)

Desenul subansamblului	Exemple de utilizare	Rolul suprafeței	Cu garnitură	Fără garnitură
 	Suprafețele de așezare ale carcaselor păpușilor fixe și mobile, reductoarelor, lagărelor din două bucăți, plăcilor de fixare etc.	De etanșare	3,2—6,3	0,8—1,6
		Fără pretenții de etanșare	6,3—12,5	6,3—12,5

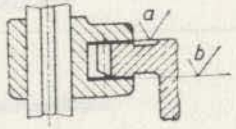
10. Suprafețe plane de îmbinare (îmbinare cu pană) (R_a, μm)

Denumirea piesei	Felul îmbinării	Notarea suprafeței	Pană	Canalul din ax	Canalul din bucșă
	Fixă	*a*	3,2	3,2—6,3	3,2—6,3
		b	12,5	12,5	12,5
	Mobilă în bucșă	*a*	0,4—0,8	3,2	0,8—1,6
		b	12,5	12,5	12,5
	Mobilă în ax	*a*	0,4—0,8	0,8—1,6	3,2
		b	12,5	12,5	12,5

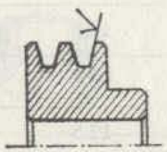
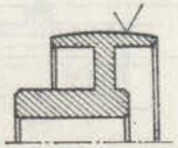
11. Suprafețe plane de îmbinare (îmbinări cu axe canelate) (R_a, µm)

Desenul subansamblului	Denumirea piesei	Arbore			Bucșă		
		a	*b*	*c*	*a'*	*b'*	*c'*
	Arbore canelat alunecător (centrare pe diametrul interior)	(0,4) 0,8	(0,4) 0,8	3,2	(0,8) 1,6	0,8 (1,6)	3,2
	Arbore canelat fix (centrare pe diametrul interior)	0,8 (1,6)	0,8	3,2	1,6 (3,2)	0,8 (1,6)	3,2

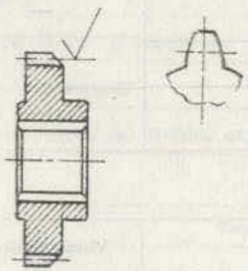
12. Suprafețele de lucru ale canalelor și căilor de rulare ale cuplajelor cu ghiare sau ale baladoarelor

Desenul subansamblului	Suprafața de lucru		R_a, µm
	a roții	*a*	0,4—0,8
	a canalului furcii	*b*	0,8—1,6

13. Suprafețele de lucru ale roților pentru curele trapezoidale sau late (R_a, µm)

Desenul piesei	Viteza periferică, m/s	Diametrul roții, mm		
		până la 120	până la 300	peste 300
	5—10	1,6	3,2	6,3
	peste 10	0,8	1,6	3,2

14. Suprafețele flancurilor dinților roților cilindrice cu dinți drepți și inclinați

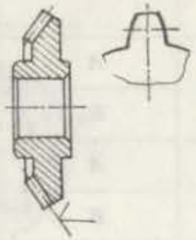


Clasa de precizie conform STAS 6273-60	Procedeul de generare a danturii	Procedeul de prelucrare (felul operației)	Felul danturii [1]	Viteza periferică, m/s	Rugozitatea R_a, μm
1	Rulare	Rectificare pe mașinile cele mai precise		Roți etalon	0,1—0,2
2		Idem		peste 50	0,1—0,2
3		Rectificare pe mașini precise	*A*	pînă la 15	0,2—0,4
			B	peste 30	
4		Rectificare sau șeveruire	*A*	pînă la 15	0,2—0,4
			B	pînă la 30	
5		Rectificare, șeveruire, mortezare, frezare	*A*	pînă la 8	0,2—0,8
			B	pînă la 12	
6		Frezare sau alte procedee	*A*	pînă la 5	0,4—0,8
			B	pînă la 8	
7		Idem	*A*	pînă la 3	0,8—1,6
			B	pînă la 5	
8	Frezare sau alte procedee de prelucrare		—	—	1,6—3,2
9	Idem		—	—	3,2—6,3

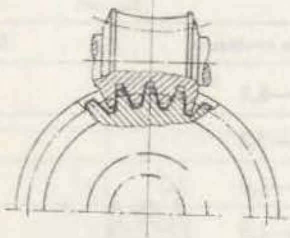
15. Calitatea suprafețelor flancurilor roților dințate cilindrice obținută prin diferite procedee tehnologice de prelucrare

Procedeul de prelucrare	R_a, μm În direcția evolventei	R_a, μm În lungul dintelui
Dinți frezați prin procedeul divizării (freze modul, disc sau deget)	3,2—6,3	1,6—3,2
Dinți frezați prin rulare	0,8—3,2	0,8—1,6
Dinți mortezați cu scule speciale (cuțit roată Fellows) prin rulare	0,8—1,6	0,4—0,8
Dinți mortezați cu scule speciale (cuțit pieptene MAAG) prin rulare	0,8—1,6	0,4—0,8
Dinți rectificați cu piatră conică (Niles) prin rulare discontinuă	0,4—0,8	0,2—0,4
Dinți rectificați cu piatră disc (MAAG) prin rulare discontinuă	0,2—0,8	0,2—0,4
Dinți rectificați cu piatră profil prin copiere	0,1—0,2	0,1—0,2
Dinți șeveruiți	0,4—0,8	0,2—0,4
Dinți lepuiți (rodați)	0,1—0,2	0,1—0,2

16. Suprafețele flancurilor dinților roților conice cu dinți drepți sau tangențiali [2])

Desenul piesei	Clasa de precizie STAS 6460-61	Procedeul de prelucrare	Viteza periferică, m/s	Rugozitatea R_a, µm
	5	Rectificare prin rulare sau mortezare și lepuire	pînă la 10	0,4—0,8
	6	Mortezare prin rulare (HARBEK)	peste 5	0,8—1,6
	7	Mortezare sau frezare	—	0,8—1,6
	8	Mortezare sau frezare	—	1,6—3,2
	9	Mortezare sau frezare	—	3,2—6,3
	10	Mortezare sau frezare	—	6,3
	11	Mortezare sau frezare	—	12,5

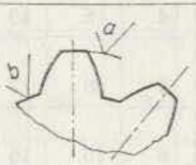
17. Suprafețele flancurilor dinților melcilor și roților melcate

Desenul angrenajului	Clasa de precizie conform STAS 6461-61		Procedeul de prelucrare	Viteza periferică, m/s	R_a, µm
	3	Melc	Melci rectificați sau strunjiți fin	sub 7	0,4—0,8
		Roată	Roată melcată danturată cu scule detalonate		
	4	Melc	Melci strunjiți sau frezați	sub 3	0,4—0,8
		Roată	Roată melcată danturată normal		
	5	Melc	Idem	sub 1	0,8
		Roată	Idem		
	6	Melc	Idem	—	0,8
		Roată	Idem		
	7	Melc	Idem	—	0,8
		Roată	Idem		
	8	Melc	Idem	—	1,6
		Roată	Idem		
	9	Melc	Idem	—	3,2
		Roată	Idem		

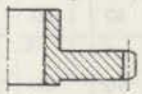
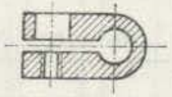
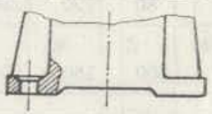
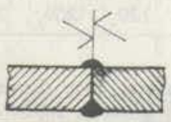
18. Calitatea suprafețelor flancurilor dinților angrenajelor melcate

Procedeul de prelucrare	R_a, µm
1	2
Melci frezați pe mașini speciale avînd profilul rectificat și lepuit	0,1—0,4
Roți melcate frezate prin rulare pe mașini precise cu scule precise avînd profilul detalonat cu grijă	0,1—0,4
Melci frezați pe mașini speciale și cu profilul rectificat	0,4—0,8
Roți melcate frezate prin rulare pe mașini speciale cu reglaj precis	0,4—0,8
Melci frezați pe strunguri	0,8—1,6
Roți melcate frezate prin rulare și rectificare	0,8—1,6
Melci frezați prin rulare pe strung	1,6—3,2
Roți melcate frezate prin rulare cu profilul nerectificat	1,6—3,2

19. Calitatea suprafețelor vîrfurilor și fundurilor dinților roților dințate

Desenul dintelui	Suprafața	R_a, µm
	*a*	Aceeași rugozitate ca și la suprafețele de lucru sau cu o clasă mai puțin
	b	3,2—12,5

20. Suprafețe libere închise

Desenul piesei	Denumirea suprafeței	R_a, µm
	Suprafețele libere ale roților dințate, melci, roți melcate, roți de lanț etc.	3,2—12,5
	Găuri de trecere pentru șuruburi, prezoane, nituri etc.	(0,2)—0,4
	Suprafețe de așezare (tălpile) ale mașinilor-unelte, suprafețelor pieselor care se așează pe beton, cărămidă, lemn etc.	25—100
	Fețele pieselor care se îmbină prin sudură	25—100

[1]) *A* — dinți drepți; *B* — dinți înclinați.
[2]) Datele nu sînt valabile pentru roți dințate conice cu dinți curbi.

Tabelul 6.49

Rugozitatea suprafețelor de montaj ale arborilor și alezajelor carcaselor pentru rulmenți radiali, radial-axiali cu alezaj cilindric și rulmenți axiali

Suprafața	Clasa de precizie	Diametrul interior, mm	
		≤ 80	> 80
		R_a, µm, max	
Arborelui	PO P6 și P5 P4 și P2	1,25 0,63 0,32	2,5 1,25 0,63
Alezajul carcasei	PO P6, P5 și P4 P2	1,25 0,63 0,32	2,5 1,25 0,63
Fețelor frontale ale umerilor arborilor și carcaselor	PO P6, P5 și P4 P2	2,5 1,25 0,63	2,5 2,5 1,25

Tabelul 6.50

Simboluri pentru reprezentarea și notarea pe desene pentru toleranțele de formă (extras STAS 7385-66)

Denumirea toleranței	Simbol literal	Simbol grafic
Toleranță la rectilinitate	TFr	⏤
Toleranță la planitate	TFp	▱
Toleranță la circularitate	TFc	○
Toleranță la cilindricitate	TFi	⌭
Toleranță la forma dată a profilului	TFf	⌒
Toleranță la forma dată a suprafeței	TFs	⌓

Tabelul 6.51

Simboluri pentru reprezentarea și notarea pe desene pentru toleranțele de poziție (extras STAS 7385-66)

Denumirea toleranței	Simbol literal	Simbol grafic	Denumirea toleranței	Simbol literal	Simbol grafic
Toleranță la paralelism	TPl	//	Toleranță la coaxialitate și la concentricitate	TPc	◎
Toleranță la perpendicularitate	TPd	—	Toleranță la simetrie	TPs	⌯
Toleranță la inclinare	TPi	∠	Toleranță la intersectare	TPx	⊗
Toleranța bătăii radiale și a bătăii frontale	TBr TBf	↗	Toleranță la poziția nominală	TPp	⌖

Tabelul 6.52

Toleranțe la rectilinitate, la planitate și la forma dată a profilului și a suprafeței (extras STAS 7391/$_1$-74)

Dimensiunea nominală, în mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Toleranțe în µm											
Pînă la 10	0,25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40
Peste 10 pînă la 16	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50
Peste 16 pînă la 25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
Peste 25 pînă la 40	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80
Peste 40 pînă la 63	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
Peste 63 pînă la 100	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
Peste 100 pînă la 160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
Peste 160 pînă la 250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
Peste 250 pînă la 400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
Peste 400 pînă la 630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
Peste 630 pînă la 1000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
Peste 1000 pînă la 1600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
Peste 1600 pînă la 2500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600
Peste 2500 pînă la 4000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
Peste 4000 pînă la 6300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000
Peste 6300 pînă la 10000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200

OBSERVAȚII:

— În cazul toleranțelor la planitate sau la forma dată a suprafeței, prin dimensiune nominală se înțelege lungimea laturei mai mari a suprafeței dacă condiția se referă la întreaga suprafață, sau lungimea prescrisă (de referință) a suprafeței, dacă se referă la o porțiune a suprafeței.

— În cazul verificării planității cu plăci conform STAS 8505-69 se admite prescrierea toleranței la planitate prin numărul minim de pete de vopsea.

Tabelul 6.53

Toleranțe la circularitate și la cilindricitate (extras STAS 7391/$_{2}$-74)

Dimensiunea nominală, în mm	Clasa de precizie											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Toleranțe, în μm											
Pînă la 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50
Peste 3 pînă la 6	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
Peste 6 pînă la 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80
Peste 18 pînă la 50	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
Peste 50 pînă la 120	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
Peste 120 pînă la 260	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
Peste 260 pînă la 500	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
Peste 500 pînă la 800	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
Peste 800 pînă la 1250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
Peste 1250 pînă la 2000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400

Observație: — Valorile indicate în tabel sînt valabile pentru toleranțele la circularitate, la cilindricitate și la următoarele cazuri particulare ale acestora; toleranța la poligonalitate, toleranța profilului longitudinal și toleranța la curbare. În cazul în care se prescrie toleranța la ovalitate, la conicitate, la forma butoi sau la forma șa, se vor dubla valorile indicate în tabel.

Tabelul 6.54

Toleranțe la paralelism, perpendicularitate și la inclinare (extras STAS 7391/$_{3}$-74)

Dimensiunea nominală, în mm	Clasa de precizie											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Toleranțe, în μm											
Pînă la 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
Peste 10 pînă la 16	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80
Peste 16 pînă la 25	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
Peste 25 pînă la 40	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
Peste 40 pînă la 63	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
Peste 63 pînă la 100	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
Peste 100 pînă la 160	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
Peste 160 pînă la 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
Peste 250 pînă la 400	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
Peste 400 pînă la 630	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
Peste 630 pînă la 1000	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600
Peste 1000 pînă la 1600	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
Peste 1600 pînă la 2500	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000
Peste 2500 pînă la 4000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200
Peste 4000 pînă la 6300	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600
Peste 6300 pînă la 10000	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000

Observație: — Prin dimensiune nominală se înțelege lungimea prescrisă (de referință) la care se referă condiția de paralelism, perpendicularitate sau inclinare.

Dacă nu se prescrie o lungime de referință, prin dimensiune nominală se înțelege întreagă lungime a suprafețelor la care se referă condiția (pentru toleranța la paralelism a suprafețelor plane — latura mai mare).

Tabelul 6.55

Toleranțe la coaxialitate, la concentricitate, la simetrie și la intersectare (extras STAS $7391/_4$-74)

Dimensiunea nominală, în mm	Clasa de precizie											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Toleranțe, în μm											
Pînă la 6	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
Peste 6 pînă la 18	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
Peste 18 pînă la 50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
Peste 50 pînă la 120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
Peste 120 pînă la 250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
Peste 250 pînă la 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600
Peste 500 pînă la 800	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
Peste 800 pînă la 1250	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000
Peste 1250 pînă la 2000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200

Observație. — Prin dimensiunea nominală se înțelege diametrul suprafeței examinate sau dimensiunea dintre suprafețele care formează elementul simetric examinat. Dacă dimensiunea nominală nu este indicată, atunci toleranța se determină după elementul care are dimensiunea cea mai mare.

Tabelul 6.56

Toleranța bătăii radiale (extras STAS $7391/_5$-74)

Diametrul nominal, în mm	Clasa de precizie											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Tolelanțe, în μm											
Pînă la 6	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
Peste 6 pînă la 18	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
Peste 18 pînă la 50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
Peste 50 pînă la 120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
Peste 120 pînă la 250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
Peste 250 pînă la 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600
Peste 500 pînă la 800	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
Peste 800 pînă la 1250	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000
Peste 1250 pînă la 2000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200

Observație. — Prin diametru nominal se înțelege diametrul suprafeței exterioare.

Tabelul 6.57

Toleranța bătăii frontale (extras STAS $7391/_5$-74)

Diametrul nominal, în mm	Clasa de precizie											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Toleranțe în μm											
Pînă la 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
Peste 10 pînă la 16	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80
Peste 16 pînă la 25	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
Peste 25 pînă la 40	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
Peste 40 pînă la 60	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
Peste 60 pînă la 100	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
Peste 100 pînă la 160	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
Peste 160 pînă la 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
Peste 250 pînă la 400	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
Peste 400 pînă la 630	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
Peste 630 pînă la 1000	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600
Peste 1000 pînă la 1600	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
Peste 1600 pînă la 2500	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000

Observație: — Prin diametru nominal se înțelege diametrul prescris (de referință) la care se referă condiția. Dacă nu se prescrie o valoare de referință, prin diametru nominal se înțelege diametrul maxim al suprafeței frontale.

Tabelul 6.58

Abateri limită pentru dimensiuni fără indicații de toleranță la dimensiuni liniare (extras STAS 2300-75)

Dimensiunea nominală, mm		De la 0,5 pînă la 3	Peste 3 pînă la 6	Peste 6 pînă la 30	Peste 30 pînă la 120	Peste 120 pînă la 315	Peste 315 pînă la 1000	Peste 1000 pînă la 2000	Peste 2000 pînă la 4000
Abateri limită mm	clasa fină	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8
	clasa mijlocie	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
	clasa grosolană	—	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4

Tabelul 6.59

Abateri limită pentru dimensiuni fără indicații de toleranță la dimensiuni unghiulare (extras STAS 2300-75)

Lungimea laturii celei mai scurte, mm		Pînă la 10	Peste 10 pînă la 50	Peste 50 pînă la 120	Peste 120 pînă la 400
Abateri limită (clasa fină, mijlocie și grosolană)	în grade și minute sexagesimale	±1°	±30′	±20′	±10′
	în mm la 100 mm	±1,8	±0,9	±0,6	±0,3

Tabelul 6.60

Exemplu de notare a abaterilor limită pe desen pentru o piesă

Dimensiunea nominală, mm	≤6	>6 ≤30	>30 ≤120	>120 ≤315
Abateri limită, mm	±0,1	±0,2	±0,3	0,5
Lungimea laturii celei mai scurte a unghiului, mm	≤10	>10 ≤50	>50 ≤120	>120 ≤400
Abateri limită	±1°	±30′	±20′	±10′
Toleranțe la coaxialitate sau simetrie: 0,6 mm				
Toleranța bătăii radiale: 0,1 mm				

Tabelul 6.61

Ajustaje recomandate pe baza șirului de simboluri preferențiale ale sistemului arbore unitar (extras STAS 8104-68)

h6	h7	h8	h9	h11
				A11/h11
				B11/h11
			D8/h9	D11/h11
		E7/h8		
	F7/h7	F8/h8		
G7/h6				
H7/h6	H8/h7	H8/h8	H9/h9	H11/h11
J7/h6				
K7/h6				
M7/h6				
N7/h6				
P7/h6				
R7/h6				
S7/h6				
H7/h6				
X7/h6				
Z7/h6				

Tabelul 6.62

Ajustaje recomandate pe baza șirului de simboluri preferențiale ale sistemului alezaj unitar (extras STAS 8105-68)

	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
Ajustaje cu joc			H8/a9			H11/a11	
			H8/b9			H11/b11	H12/b12
		H7/c8	H8/c9			H11/c11	
		H7/d8	H8/d9	H9/d10	H10/d10	H11/d11	
	H6/e7	H7/e8	H8/e9				
	H6/f6	H7/f7 H7/f6	H8/f8				
	H6/g5	H7/g6					
	H6/h5	H7/h6	H8/h8 H8/h7	H9/h9	H10/h10	H11/h11	H12/h12
Ajustaje intermediare	H6/j5	H7/j6	H7/j7				
	H6/k5	H7/k6	H8/k7				
	H6/m5	H7/m6	H8/m7				
	H6/n5 pentru $D \leq 3$	H7/n6	H8/n7				
		H7/p6 pentru $D \leq 3$	H8/p7				
			H8/r7 pentru $D \leq 100$				
Ajustaje cu stringere	H6/n5 pentru $D > 3$						
	H6/p5	H7/p6 pentru $D > 3$					
	H6/r5	H7/r6	H8/r7 pentru $D > 100$				
	H6/s5	H7/s6	H8/s7				
	H6/t5	H7/t6					
	H6/u5	H7/u6	H8/u7				
	H6/v5	H7/v6					
	H6/x5	H7/x6	H8/x7				
		H7/y6	H8/y7				
		H7/z6	H8/z7				

Obs.: Ajustajele formate cu simboluri de preferință 1 sînt încadrate cu chenare groase.

Tabelul 6.63

Caracteristici şi domeniul de utilizare al ajustajelor din sistemul ISO

Felul ajustajului	Caracteristici, domeniu şi exemple de utilizare
H8/a9, H11/a11, H8/b9 H11/b11, H12/b12	Jocuri mari, utilizate rar.
H7/c8, H8/c9, H11/c11	Jocuri mari, utilizate în construcţia maşinilor agricole, în asamblări de precizie redusă, la care se cere o montare uşoară a pieselor.
H7/d8, H8/d9, H9/d10, H10/d10, H11/d11	Asamblări de lagăre de dimensiuni foarte mari.
H6/e7, H7/e8, H8/e9	Ajustajul H6/e7 se foloseşte la lăgăruiri mai precise, celelalte două ajustaje se pot folosi la lăgăruirea în trei reazeme sau lăgăruirea unor arbori lungi şi mai puţin rigizi.
H6/f6, H7/f6, H7/f7, H8/f8, H9/f9	Sînt ajustajele cele mai des utilizate la lagărele obişnuite ale reductoarelor, pompelor, motoarelor electrice mici, roţilor care se rotesc pe arbori ficşi etc. (planşa 71, fig. 1, fig. 2, fig. 3).
H6/g5, H7/g6	Realizează jocuri foarte mici. Se utilizează de obicei în asamblări fixe pentru o poziţionare bună a pieselor (planşa 71, fig. 5, fig. 6).
H6/h5, H7/h6, H8/h7...H12/h12	Au jocul minim nul. Sînt utilizate în special în asamblările fixe pentru o poziţionare sigură a pieselor. Ajustajele mai precise pot fi folosite şi în asamblări mobile, la ghidări, articulaţii etc. (planşa 71, fig. 7, fig. 8, fig. 9).
H6/j5, H7/j6, H8/j7	Ajustaje intermediare care asigură în general jocuri mici şi la un număr redus de asamblări o strîngere slabă. Se folosesc în asamblări fixe în care se cere o limitare a jocului şi realizarea unei strîngeri care să nu împiedice montarea şi demontarea uşoară a pieselor. Exemple: centrarea unui capac în carcasă, centrarea reciprocă a semicuplajelor etc. (planşa 71, fig. 7, fig. 14, fig. 15, fig. 16).
H6/k5, H7/k6, H8/k7	Ajustaje intermediare care dau strîngeri probabile foarte mici. Jocul şi strîngerea maximă au valori absolute aproximativ egale (planşa 71, fig. 12, fig. 17, fig. 18, fig. 10, fig. 1, fig. 3, fig. 13, fig. 15, fig. 19, fig. 20, fig. 21).
H6/m5, H7/m6, H8/m7	Ajustaje intermediare care dau strîngeri probabile mai mari. Se utilizează la asamblările unde jocul trebuie micşorat la minimum iar forţa de asamblare redusă (planşa 71, fig. 21).
H7/n6, H8/n7	Ajustaje intermediare, utilizate la asamblări la care se cere o strîngere probabilă mai mare ca la ajustajele intermediare (planşa 71, fig. 23).
H6/n5	Ajustaj cu strîngere la dimensiuni peste 3 mm. Se utilizează în cazul unor asamblări precise fără a se impune strîngeri prea mari.
H7/p6	Asigură o strîngere suficientă pentru fixarea unor piese cu solicitări relativ reduse. La piesele executate din materiale cu duritate redusă, strîngerea este prea mică, pentru a se asigura o fixare satisfăcătoare.
H7/r6	Asigură strîngeri mai mari decît ajustajul H7/p6. Se poate utiliza şi la asamblarea pieselor din metale neferoase. Se foloseşte la montarea bucşelor etc. (planşa 71, fig. 22, fig. 9).
H8/r7	La dimensiuni pînă la 100 mm este un ajustaj intermediar, iar la dimensiuni mai mari un ajustaj cu strîngere minimă apropiată de zero.
H6/s5, H7/s6, H8/s7	Asigură strîngeri la care în cazul dimensiunilor mari este necesară încălzirea alezajului. La asamblările pieselor din metale cu duritate mică, se obţin rezultate echivalente cu cele obţinute la ajustajele de tipul H/p, la metale feroase. Ajustajele se folosesc de obicei la strîngeri permanente: cămaşa de cilindru în cilindrul motoarelor etc.
H6/t5, H7/t6	La dimensiuni pînă la 24 mm, ajustajele H6/t5 şi H7/t6 sînt apropiate de ajustajele H6/s5, H6/u5 respectiv H7/s6 şi H7/u6. Se folosesc la asamblări fixe cu strîngere.
H6/u5, H7/u6, H8/u7	Asigură strîngeri mari de ordinul 1‰ din diametru. Montajul se face prin presare cu presa sau prin încălzire, verificîndu-se strîngerea pentru a se evita suprasolicitări care ar putea duce la fisurarea pieselor.

Caracteristicile şi domeniul de utilizare ale ajustajelor din sistemul ISO sînt date în tabelul 6.63.

Valorile abaterilor limită corespunzătoare cîmpurilor de toleranţe (numite simboluri) de uz general pentru arbori şi alezaje, avînd dimensiunile pînă la 500 mm, sînt indicate în tabelul 6.64 şi respectiv în tabelul 6.65 (extras STAS 8103-68).

Cîteva exemple de utilizare a diferitelor ajustaje şi modul de notare pe desen a acestora sînt prezentate în planşa 71.

În cazul reductoarelor o atenţie deosebită se dă montajului lagărelor cu rulmenţi. Inelele rulmenţilor nu trebuie să alunece pe arbore, respectiv în carcasă; practic acestea se montează cu ajustaj cu strîngere. Strîngerea va fi cu atît mai mare, cu cît sarcina şi posibilitatea de apariţie a şocurilor sînt mai mari. La determinarea ajustajului trebuie să se ţină cont — în egală măsură — de diferenţa de temperatură ce poate să apară între inel şi arbore, sau între inel şi carcasă. Strîngerea necesară va depinde — pe de altă parte — de dimensiunile şi tipul rulmentului.

Abaterile de formă, cum ar fi ovalitatea şi conicitatea admisibilă a arborelui şi alezajului carcasei, nu trebuie să fie — în general — mai mari de 50% din abaterile dimensionale ale acestora.

Pentru diametrul arborelui trebuie să se prevadă — dacă este posibil — calitatea IT 5 după ISO, iar pentru alezajul carcasei IT 6. Aceste calităţi sînt valabile dacă condiţiile de funcţionare ale rulmentului permit aceste clase.

Tabelul 6.64

Cîmpuri de toleranţă de uz general pentru dimensiuni pînă la 500 mm. Arbori

	Poziţia cîmpului de toleranţă	a		b				c		
	Simbolul	a9	a11	b8	b9	b11	b12	c8	c9	c11
Dimensiuni nominale (mm)	Pînă la 3	—270 —295	—270 —330	—140 —154	—140 —165	—140 —200	—140 —240	—60 —74	—60 —85	—60 —120
	Peste 3 pînă la 6	—270 —300	—270 —345	—140 —158	—140 —170	—140 —215	—140 —260	—70 —88	—70 —100	—70 —145
	Peste 6 pînă la 10	—280 —316	—280 —370	—150 —172	—150 —186	—150 —240	—150 —300	—80 —102	—80 —116	—80 —170
	Peste 10 pînă la 18	—290 —333	—290 —400	—150 —177	—150 —193	—150 —260	—150 —330	—95 —122	—95 —138	—95 —205
	Peste 18 pînă la 30	—300 —352	—300 —430	—160 —193	—160 —212	—160 —290	—160 —370	—110 —143	—110 —162	—110 —240
	Peste 30 pînă la 40	—310 —372	—310 —470	—170 —209	—170 —232	—170 —330	—170 —420	—120 —159	—120 —182	—120 —280
	Peste 40 pînă la 50	—320 —382	—320 —480	—180 —219	—180 —242	—180 —340	—180 —430	—130 —169	—130 —192	—130 —290
	Peste 50 pînă la 65	—340 —414	—340 —530	—190 —236	—190 —264	—190 —380	—190 —490	—140 —186	—140 —214	—140 —330
	Peste 65 pînă la 80	—360 —434	—360 —550	—200 —246	—200 —274	—200 —390	—200 —500	—150 —196	—150 —224	—150 —340
	Peste 80 pînă la 100	—380 —467	—380 —600	—220 —274	—220 —307	—220 —440	—220 —570	—170 —224	—170 —257	—170 —390
	Peste 100 pînă la 120	—410 —497	—410 —630	—240 —294	—240 —327	—240 —460	—240 —590	—180 —234	—180 —267	—180 —400
	Peste 120 pînă la 140	—460 —560	—460 —710	—260 —323	—260 —360	—260 —510	—260 —660	—200 —263	—200 —300	—200 —450
	Peste 140 pînă la 160	—520 —620	—520 —770	—280 —343	—280 —380	—280 —530	—280 —680	—210 —273	—210 —310	—210 —460
	Peste 160 pînă la 180	—580 —680	—580 —830	—310 —373	—310 —410	—310 —560	—310 —110	—230 —293	—230 —330	—230 —480
	Peste 180 pînă la 200	—660 —775	—660 —950	—340 —412	—340 —455	—340 —630	—340 —800	—240 —312	—240 —355	—240 —530
	Peste 200 pînă la 225	—740 —855	—740 —1030	—380 —452	—380 —495	—380 —670	—380 —840	—260 —332	—260 —375	—260 —550
	Peste 225 pînă la 250	—820 —935	—820 —1110	—420 —492	—420 —535	—420 —710	—420 —880	—280 —352	—280 —395	—280 —570
	Peste 250 pînă la 280	—920 —1050	—920 —1240	—480 —561	—480 —610	—480 —800	—480 —1000	—300 —381	—300 —430	—300 —620
	Peste 280 pînă la 315	—1050 —1180	—1050 —1370	—540 —621	—540 —670	—540 —860	—540 —1060	—330 —411	—330 —460	—330 —650
	Peste 315 pînă la 355	—1200 —1340	—1200 —1560	—600 —689	—600 —740	—600 —960	—600 —1170	—360 —449	—360 —500	—360 —720
	Peste 355 pînă la 400	—1350 —1490	—1350 —1710	—680 —769	—680 —820	—680 —1040	—680 —1250	—400 —489	—400 —540	—400 —760
	Peste 400 pînă la 450	—1500 —1655	—1500 —1900	—760 —857	—760 —915	—760 —1160	—760 —1390	—440 —537	—440 —595	—440 —840
	Peste 450 pînă la 500	—1650 —1805	—1650 —2050	—840 —937	—840 —995	—840 —1240	—840 —1470	—480 —577	—480 —635	—480 —880

Tabelul 6.64 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	d							e				
Simbolul	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	e5	e6	e7	e8	e9
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	—20 —24	—20 —26	—20 —30	—20 —34	—20 —45	—20 —60	—20 —80	—14 —18	—14 —20	—14 —24	—14 —28	—14 —39
Peste 3 pînă la 6	—30 —35	—30 —38	—30 —42	—30 —48	—30 —60	—30 —78	—30 —105	—20 —25	—20 —28	—20 —32	—20 —38	—20 —50
Peste 6 pînă la 10	—40 —46	—40 —49	—40 —55	—40 —62	—40 —76	—40 —98	—40 —130	—25 —31	—25 —34	—25 —40	—25 —47	—25 —61
Peste 10 pînă la 18	—50 —58	—50 —61	—50 —68	—50 —77	—50 —93	—50 —120	—50 —160	—32 —40	—32 —43	—32 —50	—32 —59	—32 —75
Peste 18 pînă la 30	—65 —74	—65 —78	—65 —86	—65 —98	—65 —117	—65 —149	—65 —195	—40 —49	—40 —53	—40 —61	—40 —73	—40 —92
Peste 30 pînă la 50	—80 —91	—80 —96	—80 —105	—80 —119	—80 —142	—80 —180	—80 —240	—50 —61	—50 —66	—50 —75	—50 —89	—50 —112
Peste 50 pînă la 80	—100 —113	—100 —119	—100 —130	—100 —146	—100 —174	—100 —220	—100 —290	—60 —73	—60 —79	—60 —90	—60 —106	—60 —134
Peste 80 pînă la 120	—120 —135	—120 —142	—120 —155	—120 —174	—120 —207	—120 —260	—120 —340	—72 —87	—72 —94	—72 —107	—72 —126	—72 —159
Peste 120 pînă la 180	—145 —163	—145 —170	—145 —185	—145 —208	—145 —245	—145 —305	—145 —395	—85 —103	—85 —110	—85 —125	—85 —148	—85 —185
Peste 180 pînă la 250	—170 —190	—170 —199	—170 —216	—170 —242	—170 —285	—170 —355	—170 —460	—100 —120	—100 —129	—100 —146	—100 —172	—100 —215
Peste 250 pînă la 315	—190 —213	—190 —222	—190 —242	—190 —271	—190 —320	—190 —400	—190 —510	—110 —133	—110 —142	—110 —162	—110 —191	—110 —240
Peste 315 pînă la 400	—210 —235	—210 —246	—210 —267	—210 —299	—210 —350	—210 —440	—210 —570	—125 —150	—125 —161	—125 —182	—125 —214	—125 —265
Peste 400 pînă la 500	—230 —257	—230 —270	—230 —293	—230 —327	—230 —385	—230 —480	—230 —630	—135 —162	—135 —175	—135 —198	—135 —232	—135 —290

	Poziția cîmpului de toleranță	f						g			
	Simbolul	f4	f5	f6	f7	f8	f9	g4	g5	g6	g7
Dimensiuni nominale (mm)	Pînă la 3	—6 —9	—6 —10	—6 —12	—6 —16	—6 —20	—6 —31	—2 —5	—2 —6	—2 —8	—2 —12
	Peste 3 pînă la 6	—10 —14	—10 —15	—10 —18	—10 —22	—10 —28	—10 —40	—4 —8	—4 —9	—4 —12	—4 —16
	Peste 6 pînă la 10	—13 —17	—13 —19	—13 —22	—13 —28	—13 —35	—13 —49	—5 —9	—5 —11	—5 —14	—5 —20
	Peste 10 pînă la 18	—16 —21	—16 —24	—16 —27	—16 —34	—16 —43	—16 —59	—6 —11	—6 —14	—6 —17	—6 —24
	Peste 18 pînă la 30	—20 —26	—20 —29	—20 —33	—20 —41	—20 —53	—20 —72	—7 —13	—7 —16	—7 —20	—7 —28
	Peste 30 pînă la 50	—25 —32	—25 —36	—25 —41	—25 —50	—25 —64	—25 —87	—9 —16	—9 —20	—9 —25	—9 —34
	Peste 50 pînă la 80	—30 —38	—30 —43	—30 —49	—30 —60	—30 —76	—30 —104	—10 —18	—10 —23	—10 —29	—10 —40
	Peste 80 pînă la 120	—36 —46	—36 —51	—36 —58	—36 —71	—36 —90	—36 —123	—12 —22	—12 —27	—12 —34	—12 —47
	Peste 120 pînă la 180	—43 —55	—43 —61	—43 —68	—43 —83	—43 —106	—43 —143	—14 —26	—14 —32	—14 —39	—14 —54
	Peste 180 pînă la 250	—50 —64	—50 —70	—50 —79	—50 —96	—50 —122	—50 —165	—15 —29	—15 —35	—15 —44	—15 —61
	Peste 250 pînă la 315	—56 —72	—56 —79	—56 —88	—56 —108	—56 —137	—56 —186	—17 —33	—17 —40	—17 —49	—17 —69
	Peste 315 pînă la 400	—62 —80	—62 —87	—62 —98	—62 —119	—62 —151	—62 —202	—18 —36	—18 —43	—18 —54	—18 —75
	Peste 400 pînă la 500	—68 —88	—68 —95	—68 —108	—68 —131	—68 —165	—68 —223	—20 —40	—20 —47	—20 —60	—20 —83

Tabelul 6.64 (continuare)

	Poziţia cîmpului de toleranţă	h															
	Simbolul	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13	h14	h15	h16
Dimensiuni nominale (mm)	Pînă la 3	0 —0,8	0 —1,2	0 —2	0 —3	0 —4	0 —6	0 —10	0 —14	0 —25	0 —40	0 —60	0 —100	0 —140	0 —250	0 —400	0 —600
	Peste 3 pînă la 6	0 —1	0 —1,5	0 —2,5	0 —4	0 —5	0 —8	0 —12	0 —18	0 —30	0 —48	0 —75	0 —120	0 —180	0 —300	0 —480	0 —750
	Peste 6 pînă la 10	0 —1	0 —1,5	0 —2,5	0 —4	0 —6	0 —9	0 —15	0 —22	0 —36	0 —58	0 —90	0 —150	0 —220	0 —360	0 —580	0 —900
	Peste 10 pînă la 18	0 —1,2	0 —2	0 —3	0 —5	0 —8	0 —11	0 —18	0 —27	0 —43	0 —70	0 —110	0 —180	0 —270	0 —430	0 —700	0 —1100
	Peste 18 pînă la 30	0 —1,5	0 —2,5	0 —4	0 —6	0 —9	0 —13	0 —21	0 —33	0 —52	0 —84	0 —130	0 —210	0 —330	0 —520	0 —840	0 —1300
	Peste 30 pînă la 50	0 —1,5	0 —2,5	0 —4	0 —7	0 —11	0 —16	0 —25	0 —39	0 —62	0 —100	0 —160	0 —250	0 —390	0 —620	0 —1000	0 —1600
	Peste 50 pînă la 80	0 —2	0 —3	0 —5	0 —8	0 —13	0 —19	0 —30	0 —46	0 —74	0 —120	0 —190	0 —300	0 —460	0 —740	0 —1200	0 —1900
	Peste 80 pînă la 120	0 —2,5	0 —4	0 —6	0 —10	0 —15	0 —22	0 —35	0 —54	0 —87	0 —140	0 —220	0 —350	0 —540	0 —870	0 —1400	0 —2200
	Peste 120 pînă la 180	0 —3,5	0 —5	0 —8	0 —12	0 —18	0 —25	0 —40	0 —63	0 —100	0 —160	0 —250	0 —400	0 —630	0 —1000	0 —1600	0 —2500
	Peste 180 pînă la 250	0 —4,5	0 —7	0 —10	0 —14	0 —20	0 —29	0 —46	0 —72	0 —115	0 —185	0 —290	0 —460	0 —720	0 —1150	0 —1850	0 —2900
	Peste 250 pînă la 315	0 —6	0 —8	0 —12	0 —16	0 —23	0 —32	0 —52	0 —81	0 —130	0 —210	0 —320	0 —520	0 —810	0 —1300	0 —2100	0 —3200
	Peste 315 pînă la 400	0 —7	0 —9	0 —13	0 —18	0 —25	0 —36	0 —57	0 —89	0 —140	0 —230	0 —360	0 —570	0 —890	0 —1400	0 —2300	0 —3600
	Peste 400 pînă la 500	0 —8	0 —10	0 —15	0 —20	0 —27	0 —40	0 —63	0 —97	0 —155	0 —250	0 —400	0 —630	0 —970	0 —1550	0 —2500	0 —4000

Poziția cîmpului de toleranță	j			js							
Simbolul	j5	j6	j7	j_s1	j_s2	j_s3	j_s4	j_s5	j_s6	j_s7	j_s8
Dimensiuni nominale (mm)											
Pînă la 3	+2 —2	+4 —2	+6 —4	+0,4 —0,4	+0,6 —0,6	+1 —1	+1,5 —1,5	+2 —2	+3 —3	+5 —5	+7 —7
Peste 3 pînă la 6	+3 —2	+6 —2	+8 —4	+0,5 —0,5	+0,75 —0,75	+1,25 —1,25	+2 —2	+2,5 —2,5	+4 —4	+6 —6	+9 —9
Peste 6 pînă la 10	+4 —2	+7 —2	+10 —5	+0,5 —0,5	+0,75 —0,75	+1,25 —1,25	+2 —2	+3 —3	+4,5 —4,5	+7,5 —7,5	+11 —11
Peste 10 pînă la 18	+5 —3	+8 —3	+12 —6	+0,6 —0,6	+1 —1	+1,5 —1,5	+2,5 —2,5	+4 —4	+5,5 —5,5	+9 —9	+13,5 —13,5
Peste 18 pînă la 30	+5 —4	+9 —4	+13 —8	+0,75 —0,75	+1,25 —1,25	+2 —2	+3 —3	+4,5 —4,5	+6,5 —6,5	+10,5 —10,5	+16,5 —16,5
Peste 30 pînă la 50	+6 —5	+11 —5	+15 —10	+0,75 —0,75	+1,25 —1,25	+2 —2	+3,5 —3,5	+5,5 —5,5	+8 —8	+12,5 —12,5	+19,5 —19,5
Peste 50 pînă la 80	+6 —7	+12 —7	+18 —12	+1 —1	+1,5 —1,5	+2,5 —2,5	+4 —4	+6,5 —6,5	+9,5 —9,5	+15 —15	+23 —23
Peste 80 pînă la 120	+6 —9	+13 —9	+20 —15	+1,25 —1,25	+2 —2	+3 —3	+5 —5	+7,5 —7,5	+11 —11	+17,5 —17,5	+27 —27
Peste 120 pînă la 180	+7 —11	+14 —11	+22 —18	+1,75 —1,75	+2,5 —2,5	+4 —4	+6 —6	+9 —9	+12,5 —12,5	+20 —20	+31,5 —31,5
Peste 180 pînă la 250	+7 —13	+16 —13	+25 —21	+2,25 —2,25	+3,5 —3,5	+5 —5	+7 —7	+10 —10	+14,5 —14,5	+23 —23	+36 —36
Peste 250 pînă la 315	+7 —16	+16 —16	+26 —26	+3 —3	+4 —4	+6 —6	+8 —8	+11,5 —11,5	+16 —16	+26 —26	+40,5 —40,5
Peste 315 pînă la 400	+7 —18	+18 —18	+29 —28	+3,5 —3,5	+4,5 —4,5	+6,5 —6,5	+9 —9	+12,5 —12,5	+18 —18	+28,5 —28,5	+44,5 —44,5
Peste 400 pînă la 500	+7 —20	+20 —20	+31 —32	+4 —4	+5 —5	+7,5 —7,5	+10 —10	+13,5 —13,5	+20 —20	+31,5 —31,5	+48,5 —48,5

Tabelul 6.64 *(continuare)*

Poziția cîmpului de toleranță	js								k			
Simbolul	j_s9	j_s10	j_s11	j_s12	j_s13	j_s14	j_s15	j_s16	k4	k5	k6	k7
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	+12,5 —12,5	+20 —20	+30 —30	+50 —50	+70 —70	+125 —125	+200 —200	+300 —300	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0
Peste 3 pînă la 6	+15 —15	+24 —24	+37,5 —37,5	+60 —60	+90 —90	+150 —150	+240 —240	+375 —375	+5 +1	+6 +1	+9 +1	+13 +1
Peste 6 pînă la 10	+18 —18	+29 —29	+45 —45	+75 —75	+110 —110	+180 —180	+290 —290	+450 —450	+5 +1	+7 +1	+10 +1	+16 +1
Peste 10 pînă la 18	+21,5 —21,5	+35 —35	+55 —55	+90 —90	+135 —135	+215 —215	+350 —350	+550 —550	+6 +1	+9 +1	+12 +1	+19 +1
Peste 18 pînă la 30	+26 —26	+42 —42	+65 —65	+105 —105	+165 —165	+260 —260	+420 —420	+650 —650	+8 +2	+11 +2	+15 +2	+23 +2
Peste 30 pînă la 50	+31 —31	+50 —50	+80 —80	+125 —125	+195 —195	+310 —310	+500 —500	+800 —800	+9 +2	+13 +2	+18 +2	+27 +2
Peste 50 pînă la 80	+37 —37	+60 —60	+95 —95	+150 —150	+230 —230	+370 —370	+600 —600	+950 —950	+10 +2	+15 +2	+21 +2	+32 +2
Peste 80 pînă la 120	+43,5 —43,5	+70 —70	+110 —110	+175 —175	+270 —270	+435 —435	+700 —700	+1100 —1100	+13 +3	+18 +3	+25 +3	+38 +3
Peste 120 pînă la 180	+50 —50	+80 —80	+125 —125	+200 —200	+315 —315	+500 —500	+800 —800	+1250 —1250	+15 +3	+21 +3	+28 +3	+43 +3
Peste 180 pînă la 250	+57,5 —57,5	+92,5 —92,5	+145 —145	+230 —230	+360 —360	+575 —575	+925 —925	+1450 —1450	+18 +4	+24 +4	+33 +4	+50 +4
Peste 250 pînă la 315	+65 —65	+105 —105	+160 —160	+260 —260	+405 —405	+650 —650	+1050 —1050	+1600 —1600	+20 +4	+27 +4	+36 +4	+56 +4
Peste 315 pînă la 400	+70 —70	+115 —115	+180 —180	+285 —285	+445 —445	+700 —700	+1150 —1150	+1800 —1800	+22 +4	+29 +4	+40 +4	+61 +4
Peste 400 pînă la 500	+77,5 —77,5	+125 —125	+200 —200	+315 —315	+485 —485	+775 —775	+1250 —1250	+2000 —2000	+25 +5	+32 +5	+45 +5	+68 +5

Poziția cîmpului de toleranță	m				n				p			
Simbolul	m4	m5	m6	m7	n4	n5	n6	n7	p4	p5	p6	p7
Dimensiuni nominale (mm)												
Pînă la 3	+5 +2	+6 +2	+8 +2	—	+7 +4	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+9 +6	+10 +6	+12 +6	+16 +6
Peste 3 pînă la 6	+8 +4	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+12 +8	+13 +8	+16 +8	+20 +8	+16 +12	+17 +12	+20 +12	+24 +12
Peste 6 pînă la 10	+10 +6	+12 +6	+15 +6	+21 +6	+14 +10	+16 +10	+19 +10	+25 +10	+19 +15	+21 +15	+24 +15	+30 +15
Peste 10 pînă la 18	+12 +7	+15 +7	+18 +7	+25 +7	+17 +12	+20 +12	+23 +12	+30 +12	+23 +18	+26 +18	+29 +18	+36 +18
Peste 18 pînă la 30	+14 +8	+17 +8	+21 +8	+29 +8	+21 +15	+24 +15	+28 +15	+36 +15	+28 +22	+31 +22	+35 +22	+43 +22
Peste 30 pînă la 50	+16 +9	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+24 +17	+28 +17	+33 +17	+42 +17	+33 +26	+37 +26	+42 +26	+51 +26
Peste 50 pînă la 80	+19 +11	+24 +11	+30 +11	+41 +11	+28 +20	+33 +20	+39 +20	+50 +20	+40 +32	+45 +32	+51 +32	+62 +32
Peste 80 pînă la 120	+23 +13	+28 +13	+35 +13	+48 +13	+33 +23	+38 +23	+45 +23	+58 +23	+47 +37	+52 +37	+59 +37	+72 +37
Peste 120 pînă la 180	+27 +15	+33 +15	+40 +15	+55 +15	+39 +27	+45 +27	+52 +27	+67 +27	+55 +43	+61 +43	+68 +43	+83 +43
Peste 180 pînă la 250	+31 +17	+37 +17	+46 +17	+63 +17	+45 +31	+51 +31	+60 +31	+77 +31	+64 +50	+70 +50	+79 +50	+96 +50
Peste 250 pînă la 315	+36 +20	+43 +20	+52 +20	+72 +20	+50 +34	+57 +34	+66 +34	+86 +34	+72 +56	+79 +56	+88 +56	+108 +56
Peste 315 pînă la 400	+39 +21	+46 +21	+57 +21	+78 +21	+55 +37	+62 +37	+73 +37	+94 +37	+80 +62	+87 +62	+98 +62	+119 +62
Peste 400 pînă la 500	+43 +23	+50 +23	+63 +23	+86 +23	+60 +40	+67 +40	+80 +40	+103 +40	+88 +68	+95 +68	+108 +68	+131 +68

Poziția cîmpului de toleranță	r				s				t		
Simbolul	r4	r5	r6	r7	s4	s5	s6	s7	t5	t6	t7
Dimensiuni nominale (mm)											
Pînă la 3	+13 +10	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+17 +14	+18 +14	+20 +14	+24 +14	—	—	—
Peste 3 pînă la 6	+19 +15	+20 +15	+23 +15	+27 +15	+23 +19	+24 +19	+27 +19	+31 +19	—	—	—
Peste 6 pînă la 10	+23 +19	+25 +19	+28 +19	+34 +19	+27 +23	+29 +23	+32 +23	+38 +23	—	—	—
Peste 10 pînă la 14	+28 +23	+31 +23	+34 +23	+41 +23	+33 +28	+36 +28	+39 +28	+46 +28	—	—	—
Peste 14 pînă la 18									—	—	—
Peste 18 pînă la 24	+34 +28	+37 +28	+41 +28	+49 +28	+41 +35	+44 +35	+48 +35	+56 +35	—	—	—
Peste 24 pînă la 30									+50 +41	+54 +41	+62 +41
Peste 30 pînă la 40	+41 +34	+45 +34	+50 +34	+59 +34	+50 +43	+54 +43	+59 +43	+68 +43	+59 +48	+64 +48	+73 +48
Peste 40 pînă la 50									+65 +54	+70 +54	+79 +54
Peste 50 pînă la 65	+49 +41	+54 +41	+60 +41	+71 +41	+61 +53	+66 +53	+72 +53	+83 +53	+79 +66	+85 +66	+96 +66
Peste 65 pînă la 80	+51 +43	+56 +43	+62 +43	+73 +43	+67 +59	+72 +59	+78 +59	+89 +59	+88 +75	+94 +75	+105 +75
Peste 80 pînă la 100	+61 +51	+66 +51	+73 +51	+86 +51	+81 +71	+86 +71	+93 +71	+106 +71	+106 +91	+113 +91	+126 +91
Peste 100 pînă la 120	+64 +54	+69 +54	+76 +54	+89 +54	+89 +79	+94 +79	+101 +79	+114 +79	+119 +104	+126 +104	+139 +104
Peste 120 pînă la 140	+75 +63	+81 +63	+88 +63	+103 +63	+104 +92	+110 +92	+117 +92	+132 +92	+140 +122	+147 +122	+162 +122
Peste 140 pînă la 160	+77 +65	+83 +65	+90 +65	+105 +65	+112 +100	+118 +100	+125 +100	+140 +100	+152 +134	+159 +134	+174 +134
Peste 160 pînă la 180	+80 +68	+86 +68	+93 +68	+108 +68	+120 +108	+126 +108	+133 +108	+148 +108	+164 +146	+171 +146	+186 +146
Peste 180 pînă la 200	+91 +77	+97 +77	+106 +77	+123 +77	+136 +122	+142 +122	+151 +122	+168 +122	+186 +166	+195 +166	+212 +166
Peste 200 pînă la 225	+94 +80	+100 +80	+109 +80	+126 +80	+144 +130	+150 +130	+159 +130	+176 +130	+200 +180	+209 +180	+226 +180
Peste 225 pînă la 250	+98 +84	+104 +84	+113 +84	+130 +84	+154 +140	+160 +140	+169 +140	+186 +140	+216 +196	+225 +196	+242 +196
Peste 250 pînă la 280	+110 +94	+117 +94	+126 +94	+146 +94	+174 +158	+181 +158	+190 +158	+210 +158	+241 +218	+250 +218	+270 +218
Peste 280 pînă la 315	+114 +98	+121 +98	+130 +98	+150 +98	+186 +170	+193 +170	+202 +170	+222 +170	+263 +240	+272 +240	+292 +240
Peste 315 pînă la 355	+126 +108	+133 +108	+144 +108	+165 +108	+208 +190	+215 +190	+226 +190	+247 +190	+293 +268	+304 +268	+325 +268
Peste 355 pînă la 400	+132 +114	+139 +114	+150 +114	+171 +114	+226 +208	+233 +208	+244 +208	+265 +208	+319 +294	+330 +294	+351 +294
Peste 400 pînă la 450	+146 +126	+153 +126	+166 +126	+189 +126	+252 +232	+259 +232	+272 +232	+295 +232	+357 +330	+370 +330	+393 +330
Peste 450 pînă la 500	+152 +132	+159 +132	+172 +132	+195 +132	+272 +252	+282 +252	+292 +252	+315 +252	+387 +360	+400 +360	+423 +360

Poziția cîmpului de toleranță		u				v			x			
Simbolul		u5	u6	u7	u8	v5	v6	v7	x5	x6	x7	x8
Dimensiuni nominale (mm)	Pînă la 3	+22 +18	+24 +18	+28 +18	+32 +18	—	—	—	+24 +20	+26 +20	+30 +20	+34 +20
	Peste 3 pînă la 6	+28 +23	+31 +23	+35 +23	+41 +23	—	—	—	+33 +28	+36 +28	+40 +28	+46 +28
	Peste 6 pînă la 10	+34 +28	+37 +28	+43 +28	+50 +28	—	—	—	+40 +34	+43 +34	+49 +34	+56 +34
	Peste 10 pînă la 14	+41 +33	+44 +33	+51 +33	+60 +33	—	—	—	+48 +40	+51 +40	+58 +40	+67 +40
	Peste 14 pînă la 18					+47 +39	+50 +39	+57 +39	+53 +45	+56 +45	+63 +45	+72 +45
	Peste 18 pînă la 24	+50 +41	+54 +41	+62 +41	+74 +41	+56 +47	+60 +47	+68 +47	+63 +54	+67 +54	+75 +54	+87 +54
	Peste 24 pînă la 30	+57 +48	+61 +48	+69 +48	+81 +48	+64 +55	+68 +55	+76 +55	+73 +64	+77 +64	+85 +64	+97 +64
	Peste 30 pînă la 40	+71 +60	+76 +60	+85 +60	+99 +60	+79 +68	+84 +68	+93 +68	+91 +80	+96 +80	+105 +80	+119 +80
	Peste 40 pînă la 50	+81 +70	+86 +70	+95 +70	+109 +70	+92 +81	+97 +81	+106 +81	+108 +97	+113 +97	+122 +97	+136 +97
	Peste 50 pînă la 65	+100 +87	+106 +87	+117 +87	+133 +87	+115 +102	+121 +102	+132 +102	+135 +122	+141 +122	+152 +122	+168 +122
	Peste 65 pînă la 80	+115 +102	+121 +102	+132 +102	+148 +102	+133 +120	+139 +120	+150 +120	+159 +146	+165 +146	+176 +146	+192 +146
	Peste 80 pînă la 100	+139 +124	+146 +124	+159 +124	+178 +124	+161 +146	+168 +146	+181 +146	+193 +178	+200 +178	+213 +178	+232 +178
	Peste 100 pînă la 120	+159 +144	+166 +144	+179 +144	+198 +144	+187 +172	+194 +172	+207 +172	+225 +210	+232 +210	+245 +210	+264 +210
	Peste 120 pînă la 140	+188 +170	+195 +170	+210 +170	+233 +170	+220 +202	+227 +202	+242 +202	+266 +248	+273 +248	+288 +248	+311 +248
	Peste 140 pînă la 160	+208 +190	+215 +190	+230 +190	+253 +190	+246 +228	+253 +228	+268 +228	+298 +280	+305 +280	+320 +280	+343 +280
	Peste 160 pînă la 180	+228 +210	+235 +210	+250 +210	+273 +210	+270 +252	+277 +252	+292 +252	+328 +310	+335 +310	+350 +310	+373 +310
	Peste 180 pînă la 200	+256 +236	+265 +236	+282 +236	+308 +236	+304 +284	+313 +284	+330 +284	+370 +350	+379 +350	+396 +350	+422 +350
	Peste 200 pînă la 225	+278 +258	+287 +258	+304 +258	+330 +258	+330 +310	+339 +310	+356 +310	+405 +385	+414 +385	+431 +385	+457 +385
	Peste 225 pînă la 250	+301 +284	+313 +284	+330 +284	+356 +284	+360 +340	+369 +340	+386 +340	+445 +425	+454 +425	+471 +425	+497 +425
	Peste 250 pînă la 280	+338 +315	+347 +315	+367 +315	+396 +315	+408 +385	+417 +385	+437 +385	+498 +475	+507 +475	+527 +475	+556 +475
	Peste 280 pînă la 315	+373 +350	+382 +350	+402 +350	+431 +350	+448 +425	+457 +425	+477 +425	+548 +525	+557 +525	+577 +525	+606 +525
	Peste 315 pînă la 355	+415 +390	+426 +390	+447 +390	+479 +390	+500 +475	+511 +475	+532 +475	+615 +590	+626 +590	+647 +590	+679 +590
	Peste 355 pînă la 400	+460 +435	+471 +435	+492 +435	+524 +435	+555 +530	+566 +530	+587 +530	+685 +660	+696 +660	+717 +660	+749 +660
	Peste 400 pînă la 450	+517 +490	+530 +490	+553 +490	+587 +490	+622 +595	+635 +595	+658 +595	+767 +740	+780 +740	+803 +740	+837 +740
	Peste 450 pînă la 500	+567 +540	+580 +540	+603 +540	+637 +540	+687 +660	+700 +660	+723 +660	+847 +820	+860 +820	+883 +820	+917 +820

Tabelul 6.64 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	y		z		za		zb		zc	
Simbolul	y6	y7	z6	z7	za6	za7	zb7	zb8	zc7	zc8
Dimensiuni nominale (mm)										
Pînă la 3	—	—	+32 +26	+36 +26	+38 +32	+42 +32	+50 +40	+54 +40	+70 +60	+74 +60
Peste 3 pînă la 6	—	—	+43 +35	+47 +35	+50 +42	+54 +42	+62 +50	+68 +50	+92 +80	+98 +80
Peste 6 pînă la 10	—	—	+51 +42	+57 +42	+61 +52	+67 +52	+82 +67	+89 +67	+112 +97	+119 +97
Peste 10 pînă la 14	—	—	+61 +50	+68 +50	—	—	—	—	—	—
Peste 14 pînă la 18	—	—	+71 +60	+78 +60	—	—	—	—	—	—
Peste 18 pînă la 24	+70 +63	+84 +63	+86 +73	+94 +73	—	—	—	—	—	—
Peste 24 pînă la 30	+88 +75	+96 +75	+101 +88	+109 +88	—	—	—	—	—	—
Peste 30 pînă la 40	+110 +94	+119 +94	+128 +112	+137 +112	—	—	—	—	—	—
Peste 40 pînă la 50	+130 +114	+139 +114	+152 +136	+161 +136	—	—	—	—	—	—
Peste 50 pînă la 65	+163 +144	+174 +144	+191 +172	+202 +172	—	—	—	—	—	—
Peste 65 pînă la 80	+193 +174	+204 +174	+229 +210	+240 +210	—	—	—	—	—	—
Peste 80 pînă la 100	+236 +214	+249 +214	+280 +258	+293 +258	—	—	—	—	—	—
Peste 100 pînă la 120	+276 +254	+289 +254	+332 +310	+345 +310	—	—	—	—	—	—
Peste 120 pînă la 140	+325 +300	+340 +300	+390 +365	+405 +365	—	—	—	—	—	—
Peste 140 pînă la 160	+365 +340	+380 +340	+440 +415	+545 +415	—	—	—	—	—	—
Peste 160 pînă la 180	+405 +380	+420 +380	+490 +465	+505 +465	—	—	—	—	—	—
Peste 180 pînă la 200	+454 +425	+471 +425	+549 +520	+566 +520	—	—	—	—	—	—
Peste 200 pînă la 225	+499 +470	+516 +470	+601 +575	+621 +575	—	—	—	—	—	—
Peste 225 pînă la 250	+549 +520	+566 +520	+669 +640	+686 +640	—	—	—	—	—	—
Peste 250 pînă la 280	+612 +580	+632 +580	+742 +710	+762 +710	—	—	—	—	—	—
Peste 280 pînă la 315	+682 +650	+702 +650	+822 +790	+842 +790	—	—	—	—	—	—
Peste 315 pînă la 355	+766 +730	+787 +730	+930 +900	+957 +900	—	—	—	—	—	—
Peste 355 pînă la 400	+856 +820	+877 +820	+1036 +1000	+1057 +1000	—	—	—	—	—	—
Peste 400 pînă la 450	+960 +920	+983 +920	+1140 +1100	+1163 +1100	—	—	—	—	—	—
Peste 450 pînă la 500	+1040 +1000	+1063 +1000	+1290 +1250	+1313 +1250	—	—	—	—	—	—

Cîmpuri de toleranță de uz general pentru dimensiuni pînă la 500 mm — Alezaje

	Poziția cîmpului de toleranță	A		B				C		
	Simbolul	A9	A11	B8	B9	B11	B12	C8	C9	C11
Dimensiuni nominale (mm)	Pînă la 3	+295 +270	+330 +270	+154 +140	+165 +140	+200 +140	+240 +140	+74 +60	+85 +60	+120 +60
	Peste 3 pînă la 6	+300 +270	+345 +270	+158 +140	+170 +140	+215 +140	+260 +140	+88 +70	+100 +70	+145 +70
	Peste 6 pînă la 10	+316 +280	+370 +280	+172 +150	+186 +150	+240 +150	+300 +150	+108 +80	+116 +80	+170 +80
	Peste 10 pînă la 18	+333 +290	+400 +290	+177 +150	+193 +150	+260 +150	+330 +150	+122 +95	+138 +95	+205 +95
	Peste 18 pînă la 30	+352 +300	+430 +300	+193 +160	+212 +160	+290 +160	+370 +160	+143 +110	+162 +110	+240 +110
	Peste 30 pînă la 40	+372 +310	+470 +310	+209 +170	+232 +170	+330 +170	+420 +170	+159 +120	+182 +120	+280 +120
	Peste 40 pînă la 50	+382 +320	+480 +320	+219 +180	+242 +180	+340 +180	+430 +180	+169 +130	+192 +130	+290 +130
	Peste 50 pînă la 65	+414 +340	+530 +340	+236 +190	+264 +190	+380 +190	+490 +190	+186 +140	+214 +140	+330 +140
	Peste 65 pînă la 80	+434 +360	+550 +360	+246 +200	+274 +200	+390 +200	+500 +200	+190 +150	+224 +150	+340 +150
	Peste 80 pînă la 100	+467 +380	+600 +380	+274 +220	+307 +220	+440 +220	+570 +220	+224 +170	+257 +170	+390 +170
	Peste 100 pînă la 120	+497 +410	+630 +410	+294 +240	+327 +240	+460 +240	+590 +240	+234 +180	+267 +180	+400 +180
	Peste 120 pînă la 140	+560 +460	+710 +460	+323 +260	+360 +260	+510 +260	+660 +260	+263 +200	+300 +200	+450 +200
	Peste 140 pînă la 160	+620 +520	+770 +520	+343 +280	+380 +280	+530 +280	+680 +280	+273 +210	+310 +210	+460 +210
	Peste 160 pînă la 180	+680 +580	+830 +580	+373 +310	+410 +310	+560 +310	+710 +310	+293 +230	+330 +230	+480 +230
	Peste 180 pînă la 200	+775 +660	+950 +660	+412 +340	+455 +340	+630 +340	+800 +340	+312 +240	+355 +240	+530 +240
	Peste 200 pînă la 225	+855 +740	+1030 +740	+452 +380	+495 +380	+670 +380	+840 +380	+332 +260	+375 +260	+550 +260
	Peste 225 pînă la 250	+935 +820	+1110 +820	+492 +420	+535 +420	+710 +420	+880 +420	+352 +280	+395 +280	+570 +280
	Peste 250 pînă la 280	+1050 +920	+1240 +920	+561 +480	+610 +480	+800 +480	+1000 +480	+381 +300	+430 +300	+620 +300
	Peste 280 pînă la 315	+1180 +1050	+1370 +1050	+621 +540	+670 +540	+860 +540	+1060 +540	+411 +330	+460 +330	+650 +330
	Peste 315 pînă la 355	+1340 +1200	+1500 +1200	+689 +600	+740 +600	+960 +600	+1170 +600	+449 +360	+500 +360	+720 +360
	Peste 355 pînă la 400	+1490 +1350	+1710 +1350	+769 +680	+820 +680	+1040 +680	+1250 +680	+489 +400	+540 +400	+760 +400
	Peste 400 pînă la 450	+1655 +1500	+1900 +1500	+857 +760	+915 +760	+1160 +760	+1390 +760	+537 +440	+595 +440	+840 +440
	Peste 450 pînă la 500	+1805 +1650	+2050 +1650	+937 +840	+995 +840	+1240 +840	+1470 +840	+577 +480	+635 +480	+880 +480

Poziția cîmpului de toleranță	D						E					
Simbolul	D6	D7	D8	D9	D10	D11	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Dimensiuni nominale (mm)												
Pînă la 3	+26 +20	+30 +20	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+80 +20	+16 +14	+20 +14	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+54 +14
Peste 3 pînă la 6	+38 +30	+42 +30	+48 +30	+60 +30	+78 +30	+105 +30	+25 +20	+28 +20	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+68 +20
Peste 6 pînă la 10	+49 +40	+55 +40	+62 +40	+76 +40	+98 +40	+130 +40	+31 +25	+34 +25	+40 +25	+47 +25	+61 +25	+83 +25
Peste 10 pînă la 18	+61 +50	+68 +50	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+160 +50	+40 +32	+43 +32	+50 +32	+59 +32	+75 +32	+102 +32
Peste 18 pînă la 30	+78 +65	+86 +65	+98 +65	+117 +65	+149 +65	+195 +65	+49 +40	+53 +40	+61 +40	+73 +40	+92 +40	+124 +40
Peste 30 pînă la 50	+96 +80	+105 +80	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+240 +80	+61 +50	+66 +50	+75 +50	+89 +50	+112 +50	+150 +50
Peste 50 pînă la 80	+119 +100	+130 +100	+146 +100	+174 +100	+220 +100	+290 +100	+73 +60	+79 +60	+90 +60	+106 +60	+134 +60	+180 +60
Peste 80 pînă la 120	+142 +120	+155 +120	+174 +120	+207 +120	+260 +120	+340 +120	+87 +72	+94 +72	+107 +72	+126 +72	+159 +72	+212 +72
Peste 120 pînă la 180	+170 +145	+185 +145	+208 +145	+245 +145	+305 +145	+395 +145	+103 +85	+110 +85	+125 +85	+148 +85	+185 +85	+245 +85
Peste 180 pînă la 250	+199 +170	+216 +170	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+460 +170	+120 +100	+129 +100	+140 +100	+172 +100	+215 +100	+285 +100
Peste 250 pînă la 315	+222 +190	+242 +190	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+510 +190	+133 +110	+142 +110	+162 +110	+191 +110	+240 +110	+320 +110
Peste 315 pînă la 400	+246 +210	+267 +210	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+570 +210	+150 +125	+161 +125	+182 +125	+214 +125	+265 +125	+355 +125
Peste 400 pînă la 500	+270 +230	+293 +230	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+630 +230	+162 +135	+175 +135	+198 +135	+232 +135	+290 +135	+385 +135

Tabelul 6.65 (continuare)

Dimensiuni nominale (mm) — Poziția cîmpului de toleranță	F					G			H					
Simbolul	F5	F6	F7	F8	F9	G5	G6	G7	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Pină la 3	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+31 +6	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+0,8 0	+1,2 0	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0
Peste 3 pînă la 6	+15 +10	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+40 +10	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+1 0	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+5 0	+8 0
Peste 6 pînă la 10	+19 +13	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+49 +13	+11 +5	+14 +5	+20 +5	+1 0	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+6 0	+9 0
Peste 10 pînă la 18	+24 +16	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+59 +16	+14 +6	+17 +6	+24 +6	+1,2 0	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+11 0
Peste 18 pînă la 30	+29 +20	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+72 +20	+16 +7	+20 +7	+28 +7	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+13 0
Peste 30 pînă la 50	+36 +25	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+87 +25	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+7 0	+11 0	+16 0
Peste 50 pînă la 80	+43 +30	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+104 +30	+23 +10	+29 +10	+40 +10	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+13 0	+19 0
Peste 80 pînă la 120	+51 +36	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+123 +36	+27 +12	+34 +12	+47 +12	+2,5 0	+4 0	+6 0	+10 0	+15 0	+22 0
Peste 120 pînă la 180	+61 +43	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+143 +43	+32 +14	+39 +14	+54 +14	+3,5 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+25 0
Peste 180 pînă la 250	+70 +50	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+165 +50	+35 +15	+44 +15	+61 +15	+4,5 0	+7 0	+10 0	+14 0	+20 0	+29 0
Peste 250 pînă la 315	+79 +56	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+186 +56	+40 +17	+49 +17	+69 +17	+6 0	+8 0	+12 0	+16 0	+23 0	+32 0
Peste 315 pînă la 400	+87 +62	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+202 +62	+43 +18	+54 +18	+75 +18	+7 0	+9 0	+13 0	+18 0	+25 0	+36 0
Peste 400 pînă la 500	+95 +68	+108 +68	+131 +68	+165 +68	+223 +68	+47 +20	+60 +20	+83 +20	+8 0	+10 0	+15 0	+20 0	+27 0	+40 0

Poziția cîmpului de toleranță	H										J		
Simbolul	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	J6	J7	J8
Dimensiuni nominale (mm)													
Pînă la 3	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+100 0	+140 0	+250 0	+400 0	+600 0	+2 −4	+4 −6	+0 −8
Peste 3 Pînă la 6	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+120 0	+180 0	+300 0	+480 0	+750 0	+5 −3	+6 −6	+10 −8
Peste 6 Pînă la 10	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+150 0	+220 0	+360 0	+580 0	+900 0	+5 −4	+8 −7	+12 −10
Peste 10 Pînă la 18	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+180 0	+270 0	+430 0	+700 0	+1100 0	+6 −5	+10 −8	+15 −12
Peste 18 Pînă la 30	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+210 0	+330 0	+520 0	+840 0	+1300 0	+8 −5	+12 −9	+20 −13
Peste 30 Pînă la 50	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+250 0	+390 0	+620 0	+1000 0	+1600 0	+10 −6	+14 −11	+24 −15
Peste 50 Pînă la 80	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0	+300 0	+460 0	+740 0	+1200 0	+1900 0	+13 −6	+18 −12	+28 −18
Peste 80 Pînă la 120	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+350 0	+540 0	+870 0	+1400 0	+2200 0	+16 −6	+22 −13	+34 −20
Peste 120 Pînă la 180	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+400 0	+630 0	+1000 0	+1600 0	+2500 0	+18 −7	+26 −14	+44 −22
Peste 180 Pînă la 250	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+460 0	+720 0	+1150 0	+1850 0	+2900 0	+22 −7	+30 −16	+47 −25
Peste 250 Pînă la 315	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+520 0	+810 0	+1300 0	+2100 0	+3200 0	+25 −7	+36 −16	+55 −26
Peste 315 Pînă la 400	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+570 0	+890 0	+1400 0	+2300 0	+3600 0	+29 −7	+39 −18	+60 −29
Peste 400 Pînă la 500	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0	+630 0	+970 0	+1550 0	+2500 0	+4000 0	+33 −7	+43 −20	+66 −31

Poziția cîmpului de toleranță		J_s											
Simbolul		J_s1	J_s2	J_s3	J_s4	J_s5	J_s6	J_s7	J_s8	J_s9	J_s10	J_s11	J_s12
Dimensiuni nominale (mm)	Pînă la 3	+0,4 −0,4	+0,6 −0,6	+1 −1	+1,5 −1,5	+2 −2	+3 −3	+5 −5	+7 −7	+12,5 −12,5	+20 −20	+30 −30	+50 −50
	Peste 3 Pînă la 6	+0,5 −0,5	+0,75 −0,75	+1,25 −1,25	+2 −2	+2,5 −2,5	+4 −4	+6 −6	+9 −9	+15 −15	+24 −24	+37,5 −37,5	+60 −60
	Peste 6 Pînă la 10	+0,5 −0,5	+0,75 −0,75	+1,25 −1,25	+2 −2	+3 −3	+4,5 −4,5	+7,5 −7,5	+11 −11	+18 −18	+29 −29	+45 −45	+75 −75
	Peste 10 Pînă la 18	+0,6 −0,6	+1 −1	+1,5 −1,5	+2,5 −2,5	+4 −4	+5,5 −5,5	+9 −9	+13,5 −13,5	+21,5 −21,5	+35 −35	+55 −55	+90 −90
	Peste 18 Pînă la 30	+0,75 −0,75	+1,25 −1,25	+2 −2	+3 −3	+4,5 −4,5	+6,5 −6,5	+10,5 −10,5	+16,5 −16,5	+26 −26	+42 −42	+65 −65	+105 −105
	Peste 30 Pînă la 50	+0,75 −0,75	+1,25 −1,25	+2 −2	+3,5 −3,5	+5,5 −5,5	+8 −8	+12,5 −12,5	+19,5 −19,5	+31 −31	+50 −50	+80 −80	+125 −125
	Peste 50 Pînă la 80	+1 −1	+1,5 −1,5	+2,5 −2,5	+4 −4	+6,5 −6,5	+9,5 −9,5	+15 −15	+23 −23	+37 −37	+60 −60	+95 −95	+150 −150
	Peste 80 Pînă la 120	+1,25 −1,25	+2 −2	+3 −3	+5 −5	+7,5 −7,5	+11 −11	+17,5 −17,5	+27 −27	+43,5 −43,5	+70 −70	+110 −110	+175 −175
	Peste 120 Pînă la 180	+1,75 −1,75	+2,5 −2,5	+4 −4	+6 −6	+9 −9	+12,5 −12,5	+20 −20	+31,5 −31,5	+50 −50	+80 −80	+125 −125	+200 −200
	Peste 180 Pînă la 250	+2,25 −2,25	+3,5 −3,5	+5 −5	+7 −7	+10 −10	+14,5 −14,5	+23 −23	+36 −36	+57,5 −57,5	+92,5 −92,5	+145 −145	+230 −230
	Peste 250 Pînă la 315	+3 −3	+4 −4	+6 −6	+8 −8	+11,5 −11,5	+16 −16	+26 −26	+40,5 −40,5	+65 −65	+105 −105	+160 −160	+260 −260
	Peste 315 Pînă la 400	+3,5 −3,5	+4,5 −4,5	+6,5 −6,5	+9 −9	+12,5 −12,5	+18 −18	+28,5 −28,5	+44,5 −44,5	+70 −70	+115 −115	+180 −180	+285 −285
	Peste 400 Pînă la 500	+4 −4	+5 −5	+7,5 −7,5	+10 −10	+13,5 −13,5	+20 −20	+31,5 −31,5	+48,5 −48,5	+77,5 −77,5	+125 −125	+200 −200	+315 −315

Poziția cîmpului de toleranță	Js				K				M			
Dimensiuni nominale (mm) / Simbolul	Js13	Js14	Js15	Js16	K5	K6	K7	K8	M5	M6	M7	M8
Pînă la 3	+70 −70	+125 −125	+200 −200	+300 −300	0 −4	0 −6	0 −10	0 −14	−2 −6	−2 −8	−2 −12	—
Peste 3 Pînă la 6	+90 −90	+150 −150	+240 −240	+375 −375	0 −5	+2 −6	+3 −9	+5 −13	−3 −8	−1 −9	0 −12	+2 −16
Peste 6 Pînă la 10	+110 −110	+180 −180	+290 −290	+450 −450	+1 −5	+2 −7	+5 −10	+6 −16	−4 −10	−3 −12	0 −13	+1 −21
Peste 10 Pînă la 18	+135 −135	+215 −215	+350 −350	+550 −550	+2 −6	+2 −9	+6 −12	+8 −19	−4 −12	−4 −15	0 −18	+2 −25
Peste 18 Pînă la 30	+165 −165	+260 −260	+420 −420	+650 −650	+1 −8	+2 −11	+6 −15	+10 −23	−5 −14	−4 −17	0 −21	+4 −29
Peste 30 Pînă la 50	+195 −195	+310 −310	+500 −500	+800 −800	+2 −9	+3 −13	+7 −18	+12 −27	−5 −16	−4 −20	0 −25	+5 −34
Peste 50 Pînă la 80	+230 −230	+370 −370	+600 −600	+950 −950	+3 −10	+4 −15	+9 −21	+14 −32	−6 −19	−5 −24	0 −30	+5 −41
Peste 80 Pînă la 120	+270 −270	+435 −435	+700 −700	+1100 −1100	+2 −13	+4 −18	+10 −25	+16 −38	−8 −23	−5 −28	0 −35	+6 −48
Peste 120 Pînă la 180	+315 −315	+500 −500	+800 −800	+1250 −1250	+3 −15	+4 −21	+12 −28	+20 −43	−9 −27	−8 −33	0 −40	+8 −55
Peste 180 Pînă la 250	+360 −360	+575 −575	+925 −925	+1450 −1450	+2 −18	+5 −24	+13 −33	+22 −50	−11 −34	−8 −37	0 −46	+9 −63
Peste 250 Pînă la 315	+405 −405	+650 −650	+1050 −1050	+1600 −1600	+3 −20	+5 −27	+16 −36	+25 −56	−13 −36	−9 −41	0 −52	+9 −72
Peste 315 Pînă la 400	+445 −445	+700 −700	+1150 −1150	+1800 −1800	+3 −22	+7 −29	+17 −40	+28 −61	−14 −39	−10 −46	0 −57	+11 −78
Peste 400 Pînă la 500	+485 −485	+775 −775	+1250 −1250	+2000 −2000	+2 −25	+8 −32	+18 −45	+29 −68	−16 −43	−10 −50	0 −63	+11 −86

Poziția cîmpului de toleranță	N							P				
Simbolul	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	P5	P6	P7	P8	P9
Dimensiuni nominale (mm) Pînă la 3	—4 —8	—4 —10	—4 —14	—4 —18	—4 —29	—4 —44	—4 —64	—6 —10	—6 —12	—6 —16	—6 —20	—6 —31
Peste 3 Pînă la 6	—7 —12	—5 —13	—4 —16	—2 —20	0 —30	0 —48	0 —75	—11 —16	—9 —17	—8 —20	—12 —30	—12 —42
Peste 6 Pînă la 10	—8 —14	—7 —16	—4 —19	—3 —25	0 —36	0 —58	0 —90	—13 —19	—12 —21	—9 —24	—15 —37	—15 —51
Peste 10 Pînă la 18	—9 —17	—9 —20	—5 —23	—3 —30	0 —43	0 —70	0 —110	—15 —23	—15 —26	—11 —29	—18 —45	—18 —61
Peste 18 Pînă la 30	—12 —21	—11 —21	—7 —28	—3 —36	0 —52	0 —84	0 —130	—19 —28	—18 —31	—14 —35	—22 —55	—22 —74
Peste 30 Pînă la 50	—13 —24	—12 —28	—8 —33	—3 —42	0 —62	0 —100	0 —160	—22 —33	—21 —37	—17 —42	—26 —65	—26 —88
Peste 50 Pînă la 80	—15 —28	—14 —33	—9 —39	—4 —50	0 —74	0 —120	0 —190	—27 —40	—26 —45	—21 —51	—32 —78	—32 —106
Peste 80 Pînă la 120	—18 —33	—16 —38	—10 —45	—4 —58	0 —87	0 —140	0 —220	—32 —47	—30 —52	—24 —59	—37 —91	—37 —124
Peste 120 Pînă la 180	—21 —39	—20 —45	—12 —52	—4 —67	0 —100	0 —160	0 —250	—37 —55	—36 —61	—28 —68	—43 —106	—43 —143
Peste 180 Pînă la 250	—25 —15	—22 —51	—14 —60	—5 —77	0 —115	0 —185	0 —290	—44 —64	—41 —70	—33 —79	—50 —122	—50 —165
Peste 250 Pînă la 315	—27 —50	—25 —57	—14 —66	—5 —86	0 —130	0 —210	0 —320	—49 —72	—47 —79	—36 —88	—56 —136	—56 —186
Peste 315 Pînă la 400	—30 —55	—26 —62	—16 —73	—5 —91	0 —140	0 —230	0 —360	—55 —80	—51 —87	—41 —98	—62 —151	—62 —202
Peste 400 Pînă la 500	—33 —60	—27 —67	—17 —80	—6 —103	0 —155	0 —250	0 —400	—61 —88	—55 —95	—15 —108	—68 —165	—68 —223

Poziția cîmpului de toleranță	R				S			T		U		
Simbolul	R5	R6	R7	R8	S5	S6	S7	T6	T7	U6	U7	U8
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	—10 —14	—10 —16	—10 —20	—10 —24	—14 —18	—14 —20	—14 —24	—	—	—18 —24	—18 —28	—18 —32
Peste 3 Pînă la 6	—14 —19	—12 —20	—11 —23	—15 —33	—18 —23	—16 —24	—15 —27	—	—	—20 —28	—19 —31	—23 —41
Peste 6 Pînă la 10	—17 —23	—16 —25	—13 —28	—19 —41	—21 —27	—20 —29	—17 —32	—	—	—25 —34	—22 —37	—28 —50
Peste 10 Pînă la 14 Peste 14 Pînă la 18	—20 —28	—20 —31	—16 —34	—23 —50	—25 —33	—25 —36	—21 —39	—	—	—30 —41	—26 —44	—33 —60
Peste 18 Pînă la 24	—25 —34	—24 —37	—20 —41	—28 —61	—32 —41	—31 —44	—27 —48	—	—	—37 —50	—33 —54	—41 —74
Peste 24 Pînă la 30								—37 —50	—33 —54	—44 —57	—40 —61	—48 —81
Peste 30 Pînă la 40	—30 —41	—29 —45	—25 —50	—34 —73	—39 —50	—38 —54	—34 —59	—43 —59	—39 —64	—55 —71	—51 —76	—60 —99
Peste 40 Pînă la 50								—49 —65	—45 —70	—65 —81	—61 —86	—70 —109
Peste 50 Pînă la 65	—36 —49	—35 —54	—30 —60	—41 —87	—48 —61	—47 —66	—42 —72	—60 —79	—55 —85	—81 —100	—76 —106	—87 —133
Peste 65 Pînă la 80	—38 —51	—37 —56	—32 —62	—43 —89	—54 —67	—53 —72	—48 —78	—69 —88	—64 —94	—96 —115	—91 —121	—102 —148
Peste 80 Pînă la 100	—46 —61	—44 —66	—38 —73	—51 —105	—66 —81	—64 —86	—58 —93	—84 —106	—78 —113	—117 —139	—111 —146	—124 —178
Peste 100 Pînă la 120	—49 —64	—47 —69	—41 —76	—54 —108	—74 —89	—72 —94	—66 —101	—97 —119	—91 —126	—137 —159	—131 —166	—144 —198
Peste 120 Pînă la 140	—57 —75	—56 —81	—48 —88	—63 —126	—86 —104	—85 —140	—77 —117	—115 —140	—107 —147	—163 —188	—155 —195	—170 —233
Peste 140 Pînă la 160	—59 —77	—58 —83	—50 —90	—65 —128	—94 —112	—93 —118	—85 —125	—127 —152	—119 —159	—183 —208	—175 —215	—190 —253
Peste 160 Pînă la 180	—62 —80	—61 —86	—53 —93	—68 —131	—102 —120	—101 —126	—93 —133	—139 —164	—131 —171	—203 —228	—195 —235	—210 —273
Peste 180 Pînă la 200	—71 —91	—68 —97	—60 —106	—77 —149	—116 —136	—113 —142	—105 —151	—157 —186	—149 —195	—227 —256	—219 —265	—236 —308
Peste 200 Pînă la 225	—74 —94	—71 —100	—63 —109	—80 —152	—124 —144	—121 —150	—113 —159	—171 —200	—163 —209	—249 —278	—241 —287	—258 —330
Peste 225 Pînă la 250	—78 —98	—75 —104	—67 —113	—84 —156	—134 —154	—131 —160	—123 —169	—187 —216	—179 —225	—275 —304	—267 —313	—284 —356
Peste 250 Pînă la 280	—87 —110	—85 —117	—74 —126	—94 —175	—151 —174	—149 —181	—138 —190	—209 —241	—198 —250	—306 —338	—295 —347	—315 —396
Peste 280 Pînă la 315	—91 —114	—89 —121	—78 —130	—98 —179	—163 —186	—161 —193	—150 —202	—231 —263	—220 —272	—341 —373	—330 —382	—350 —431
Peste 315 Pînă la 355	—101 —126	—97 —133	—87 —144	—108 —197	—183 —208	—179 —215	—169 —226	—257 —293	—247 —304	—379 —415	—369 —426	—390 —479
Peste 355 Pînă la 400	—107 —132	—103 —139	—93 —150	—114 —203	—201 —226	—197 —233	—187 —244	—283 —319	—273 —330	—424 —460	—414 —441	—435 —524
Peste 400 Pînă la 450	—119 —146	—113 —153	—103 —166	—126 —223	—225 —252	—219 —259	—209 —272	—317 —357	—307 —370	—477 —517	—467 —530	—490 —587
Peste 450 Pînă la 500	—125 —152	—119 —159	—109 —172	—132 —229	—245 —272	—239 —279	—229 —292	—347 —387	—337 —400	—527 —567	—517 —580	—540 —637

Tabela 6.66 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță		V		X		Y	Z		ZA		ZB		ZC	
Simbolul		V6	V7	X6	X7	Y7	Z7	Z8	ZA7	ZA8	ZB8	ZB9	ZC8	ZC9
Dimensiuni nominale (mm)	Pînă la 3	—	—	—20 —26	—20 —30	—	—26 —36	—26 —40	—32 —42	—32 —46	—40 —54	—40 —65	—60 —74	—60 —85
	Peste 3 Pînă la 6	—	—	—25 —33	—24 —36	—	—31 —43	—35 —53	—38 —50	—42 —60	—50 —68	—50 —80	—80 —98	—80 —110
	Peste 6 Pînă la 10	—	—	—31 —40	—28 —43	—	—36 —51	—42 —64	—46 —61	—52 —74	—67 —89	—67 —103	—97 —119	—97 —133
	Peste 10 Pînă la 14	—	—	—37 —48	—33 —51	—	—43 —61	—50 —77	—	—	—	—	—	—
	Peste 14 Pînă la 18	—36 —47	—32 —50	—42 —53	—38 —56	—	—53 —71	—60 —87	—	—	—	—	—	—
	Peste 18 Pînă la 24	—43 —56	—39 —60	—50 —63	—46 —67	—55 —76	—65 —86	—73 —106	—	—	—	—	—	—
	Peste 24 Pînă la 30	—51 —60	—47 —68	—60 —73	—56 —77	—67 —88	—80 —101	—88 —121	—	—	—	—	—	—
	Peste 30 Pînă la 40	—63 —79	—59 —84	—75 —91	—71 —96	—85 —110	—103 —128	—112 —151	—	—	—	—	—	—
	Peste 40 Pînă la 50	—76 —92	—72 —97	—92 —108	—88 —113	—105 —130	—127 —152	—136 —175	—	—	—	—	—	—
	Peste 50 Pînă la 65	—96 —115	—91 —121	—116 —135	—111 —141	—133 —163	—161 —191	—172 —218	—	—	—	—	—	—
	Peste 65 Pînă la 80	—114 —133	—109 —139	—140 —159	—135 —165	—163 —193	—199 —229	—210 —256	—	—	—	—	—	—
	Peste 80 Pînă la 100	—139 —161	—133 —168	—171 —193	—165 —200	—201 —236	—245 —280	—258 —312	—	—	—	—	—	—
	Peste 100 Pînă la 120	—165 —187	—159 —194	—203 —225	—197 —232	—241 —276	—297 —332	—310 —364	—	—	—	—	—	—
	Peste 120 Pînă la 140	—195 —220	—187 —227	—241 —266	—233 —273	—285 —325	—350 —390	—365 —428	—	—	—	—	—	—
	Peste 140 Pînă la 160	—221 —246	—213 —253	—273 —298	—265 —305	—325 —365	—400 —440	—415 —478	—	—	—	—	—	—
	Peste 160 Pînă la 180	—245 —270	—237 —277	—303 —328	—295 —335	—365 —405	—450 —490	—465 —528	—	—	—	—	—	—
	Peste 180 Pînă la 200	—275 —304	—267 —313	—341 —370	—333 —379	—408 —454	—503 —549	—520 —592	—	—	—	—	—	—
	Peste 200 Pînă la 225	—301 —330	—293 —339	—376 —405	—368 —414	—453 —499	—558 —604	—575 —647	—	—	—	—	—	—
	Peste 225 Pînă la 250	—331 —360	—323 —369	—416 —445	—408 —454	—503 —549	—623 —669	—640 —712	—	—	—	—	—	—
	Peste 250 Pînă la 280	—376 —408	—365 —417	—466 —498	—455 —507	—560 —612	—690 —742	—710 —791	—	—	—	—	—	—
	Peste 280 Pînă la 315	—416 —448	—405 —457	—516 —548	—505 —557	—630 —682	—770 —822	—790 —871	—	—	—	—	—	—
	Peste 315 Pînă la 355	—464 —500	—454 —511	—579 —615	—569 —626	—709 —766	—879 —936	—900 —989	—	—	—	—	—	—
	Peste 355 Pînă la 400	—519 —555	—509 —566	—649 —685	—639 —696	—799 —856	—979 —1036	—1000 —1089	—	—	—	—	—	—
	Peste 400 Pînă la 450	—582 —622	—572 —635	—727 —767	—717 —780	—897 —960	—1077 —1140	—1100 —1197	—	—	—	—	—	—
	Peste 450 Pînă la 500	—647 —687	—637 —700	—807 —847	—797 —860	—977 —1040	—1227 —1290	—1250 —1341	—	—	—	—	—	—

Ajustajele cu strîngere au drept consecință reducerea jocului intern (inițial) al rulmentului. Strîngerea dintre inelul interior și arbore contribuie la mărirea diametrului căii de rulare cu valori cuprinse între 60—80% din valoarea strîngerii, în funcție de secțiunea inelului. Cu cît secțiunea va fi mai mică, cu atît creșterea va fi mai mare. În ce privește contracția căii de rulare a inelului exterior, aceasta va fi cuprinsă în limitele de 50—60% din strîngerea inelului exterior în carcasă. Este necesar ca în cazul unor strîngeri mari să se prevadă rulmenți cu un joc radial mai mare.

În figura 6.2 se dau schematic diferite cîmpuri de toleranță pentru montarea rulmenților pe arbori și în carcase, precum și strîngerile pentru care se recomandă un joc radial inițial mai mare al rulmentului (C3 — C4).

La alegerea ajustajelor de montaj a rulmenților se urmărește o fixare sigură și susținerea uniformă a inelelor, un montaj și demontaj simplu, cît și o deplasare axială ușoară a lagărului liber.

La alegerea ajustajului se stabilește cazul de încărcare a rulmentului și tipul sarcinii, funcție de sarcina dinamică echivalentă și capacitatea de încărcare dinamică C/P (tab. 6.66 și respectiv 6.67).

În tabelele 6.68 ÷ 6.72 se dau indicații cu privire la alegerea cîmpului de toleranță pentru arbori și carcase ținînd seama de felul sarcinii, de tipul și dimensiunile rulmenților, precum și de condițiile de funcționare. Excepțiile la aceste indicații sînt totuși inevitabile.

Valorile numerice ale cîmpurilor de toleranțe pentru arbori și carcase sînt date în tabelele 6.64 și 6.65.

Valorile jocurilor și strîngerilor rezultate din montarea rulmenților pe arbori și în alezajele carcaselor sînt date în tabelele 6.73 și 6.74. Ajustajele realizate sînt valabile în cazul cînd arborii și carcasele nu se deformează elastic în locurile de montaj; arborii și carcasele să fie din oțel sau din fontă; rulmenții să nu se încălzească în timpul funcționării peste temperatura de 100°C.

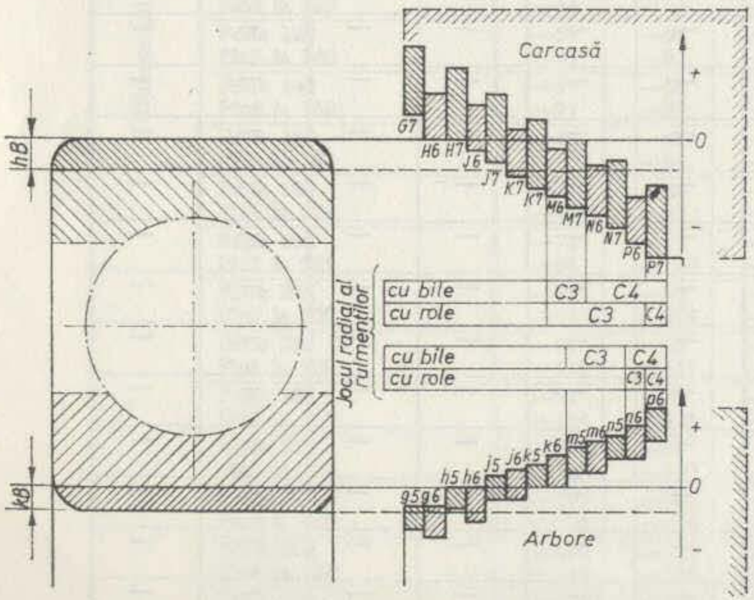
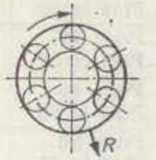
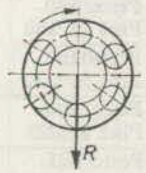
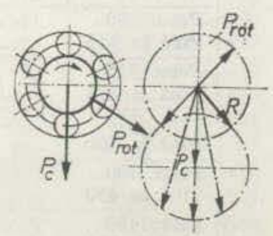
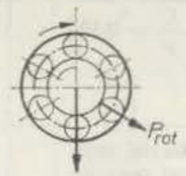
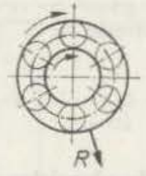


Fig. 6.2. Cîmpuri de toleranțe pentru montarea rulmenților.

Tabelul 6.66

Principalele cazuri de încărcare ale inelelor rulmenților (extras STAS 6671-67)

Condiții de lucru				Încărcare	
Inelul		Sarcina	Schița	Inelul	
Interior	Exterior			Interior	Exterior
1	2	3	4	5	6
se rotește	nu se rotește	Rezultanta are o direcție constantă		circulantă	locală
nu se rotește	se rotește	Rezultanta se rotește odată cu inelul exterior		circulantă	locală
se rotește	nu se rotește	Rezultanta se rotește odată cu inelul interior		locală	circulantă
nu se rotește	se rotește	Rezultanta are o direcție constantă		locală	circulantă
se rotește	nu se rotește	Sarcina P_{rot} se rotește împreună cu inelul interior. Sarcina P_c are o direcție constantă $P_{rot} < P_c$		circulantă	oscilantă

1	2	3	4	5	6
nu se rotește	se rotește	Sarcina P_{rot} se rotește împreună cu inelul exterior. Sarcina P_c are o direcție constantă $P_{rot} < P_c$		oscilantă	circulantă
Ambele inele se rotesc, în sensuri opuse sau în același sens, cu turații diferite		Rezultanta are o direcție constantă		circulantă	circulantă
		Rezultanta se rotește odată cu inelul interior		locală	circulantă
		Rezultanta se rotește odată cu inelul exterior		circulantă	locală

Tabelul 6.67

Tipuri de sarcini funcție de raportul dintre sarcina dinamică echivalentă și capacitatea de încărcare dinamică C (extras STAS 6671-67)

Felul sarcinii	Mică (1)		Normală (2)		Mare (3)
Diametrul alezajului rulmentului, mm	Rulmenți CU BILE	Rulmenți CU ROLE	Rulmenți CU BILE	Rulmenți CU ROLE	Rulmenți CU ROLE
	Raportul $\frac{C}{P}$				
<40	<0,08	<0,08	>0,08	>0,08	>0,08
45...60					
65...100		<0,1		0,1...0,15	
105...200	<0,1		>0,1		>0,15
220...500		—		<0,15	

Tabelul 6.68

Cîmpurile de toleranță ale arborilor pe care se montează rulmenții radiali și radial-axiali cu bile sau cu role cu alezaj cilindric (extras STAS 6671-67)

Cazul de încărcare a inelului interior	Condiții de lucru	Tipul rulmentului: Rulmenți cu bile	Rulmenți cu role cilindrice sau conice	Rulmenți radiali-oscilanți cu role butoi	Simbolul cîmpului de toleranță	Exemple de utilizare
Locală	Se cere o ușoară deplasare a inelului interior	toate diametrele			g6	Roți pe un ax staționar
	Deplasarea inelului interior pe arbore nu este necesară	toate diametrele			h6	Role de ghidaj și de tensiune
Circulantă sau oscilantă	Sarcini mici și variabile	<18 20—100 105—200	— <40 45—140 150—200	— <40 45—100 105—200	h5 j6; j5 k6; k5 m6	Aparate electrice, turbo-compresoare, pompe centrifuge, ventilatoare, electromotoare, reductoare cutii de viteză pentru mașini—unelte, mașini agricole
	Sarcini normale	<18 20—100 105—140 145—200 220—280	— <40 45—100 105—140 150—200 220—400	— <40 45—65 70—100 105—140 150—280 300—500	j5 k5 m5 m6; m5 n6; n5 p6 r6	Motoare electrice pînă la 100 kW, turbine, mecanisme bielă-manivelă, cutii de viteză pentru automobile și tractoare, arborii principali de la mașinile-unelte, reductoare grele
	Sarcini mari și sarcini cu șoc. Condiții grele de lucru	— — — —	50—140 150—200 — —	50—100 105—140 150—200 220—500	n6 p6 r6 r7	Osii de vagoane de cale ferată și de tramvaie, arbori cotiți pentru motoare electromotoare peste 100 kW, concasoare, rolele transportoarelor de la mașini-unelte grele, rolele plăcilor turnante, roțile de rulare ale podurilor rulante

Tabelul 6.69

Cîmpurile de toleranţă ale arborilor pe care se montează rulmenţi axiali şi axial-oscilanţi cu bile sau role (extras STAS 6671-67)

Cazul de încărcare a şaibei de fus	Tipul rulmentului	Diametrul alezajului rulmentului, mm	Simbolul cîmpului de toleranţă
Sarcină exclusiv axială	Rulmenţi axiali cu bile şi axial-oscilanţi cu role butoi	toate diametrele	j6
Sarcină circulantă sau nedefinită pe şaiba de fus	Rulmenţi axial-oscilanţi cu role	<200	k6
		200...400	m6
		>400	n6

Tabelul 6.70

Cîmpurile de toleranţă ale alezajelor carcaselor în care se montează rulmenţii radiali şi radial-axiali cu bile sau role (extras STAS 6671-67)

Cazul de încărcare al inelului exterior	Condiţii de lucru	Simbolul cîmpului de toleranţă	Exemple de utilizare	Tipul lagărului
1	2	3	4	5
Locală	Inel uşor deplasabil (toleranţa se alege în funcţie de precizia de execuţie a rulmentului)	H8	Axe de transmisie care nu necesită precizie de rotaţie, maşini agricole	Lagăr monobloc sau din două părţi
		H7	Majoritatea asamblărilor cu rulmenţi din construcţii de maşini, lagăre la osiile vagoanelor de cale ferată şi tramvaielor	
		H6	Electromotoare mici, cînd este de dorit o uşoară deplasare a inelului exterior	
	Inel în majoritatea cazurilor uşor deplasabil. Rulmenţi radial-axiali cu bile sau cu role conice. Rulmenţi din clasa P4 şi P5.	J6	Rulmenţi pentru arbori la maşini-unelte, rulmenţi la fusurile principale ale arborilor cotiţi	
	Rulmenţi din clasa P0 şi P6	J7	Pompe centrifuge, ventilatoare	
Circulantă	Circulaţia căldurii prin arbore (inelul exterior uşor deplasabil)	G7	Cilindrii de uscare, maşini electrice mari cu rulmenţi oscilanţi cu role.	Lagăr monobloc
	Rulmenţi din clasele P0 şi P6 — Sarcini mici sau normale $\left(\frac{P}{C}<0{,}15\right)$	K7	Rolele transportoarelor cu role, rolele de întindere, maşini agricole.	
	Rulmenţi din clasele P0 şi P6 — Sarcini normale, şocuri	M7		
	Rulmenţi din clasele P0 şi P6 — Sarcini mari $\left(\frac{C}{P}>0{,}15\right)$	N7	Rolele transportoarelor cu role, roţile din faţă ale automobilelor şi tractoarelor pe rulmenţi cu bile, rulmenţii arborilor cotiţi şi ai compresoarelor, roţile de rulare ale podurilor rulante	Lagăr monobloc
	Rulmenţi din clasele P5 şi P4 — Sarcini mici sau normale $\left(\frac{P}{C}<0{,}15\right)$	K6	Rulmenţii arborilor principali ai maşinilor-unelte grele (de alezat, de frezat)	
	Rulmenţi din clasele P5 şi P4 — Sarcini normale, şocuri	M6		
	Rulmenţi din clasele P5 şi P4 — Sarcini mari $\left(\frac{C}{P}>0{,}15\right)$	N6		
	Sarcini mari, la carcase cu pereţi subţiri.	P7	Roţile din faţă ale automobilelor şi tractoarelor pe rulmenţi cu role conice, roţile avioanelor	

Tabelul 6.71

Cîmpurile de toleranţă ale alezajelor carcaselor în care se montează rulmenţii axiali şi axial-oscilanţi (extras STAS 6671-67)

Cazul de încărcare a şaibei de carcasă	Condiţii de lucru	Tipul rulmentului	Simbolul cîmpului de toleranţă
Sarcină exclusiv axială	Sarcină normală	Toate tipurile de rulmenţi axiali	E8
	Sarcină mare	Rulmenţi axiali cu bile	H6
		Rulmenţi axiali cu role conice	G6
Sarcina locală pe şaiba de carcasă	—	Rulmenţi axial-oscilanţi cu role butoi	J7
Sarcină circulantă sau nedefinită pe şaiba de carcasă	$\frac{P}{C}\leq 0{,}2$		K7
	$\frac{P}{C}>0{,}2$ (sarcină radială relativ mare)		M7

Tabelul 6.72

Cîmpurile de toleranţă ale arborilor pe care se montează rulmenţii fără inel interior (extras STAS 6671-67)

Tipul rulmentului	Simbolul cîmpului de toleranţă
Rulmenţi cu ace, fără inel interior şi colivii cu ace	h5
Rulmenţi radiali cu role cilindrice, fără inel interior	g6

Tabelul 6.73

Valorile jocurilor şi strîngerilor rezultate din montarea rulmenţilor pe arbori (extras STAS 6671-67)

Diametrul nominal al arborelui mm	Simbolul cîmpului de toleranţă al arborelui													
	g6	h5	h6	j5	j6	k5	k6	m5	m6	n5	n6	p6	r6	r7
	Jocuri (+), ajustaje probabile (+ sau −) şi strîngeri (−) μm													
Peste 3 pînă la 6	+12 +1 −4	+5 −4 −8	+8 −3 −8	+2 −7 −11	+2 −9 −14	−1 −10 −14	−1 −12 −17	−4 −13 −17	−4 −15 −20	−8 −17 −21	−8 −19 −24	−12 −23 −28	−15 −26 −31	−15 −28 −35
Peste 6 pînă la 10	+14 +3 −3	+6 −3 −8	+9 −2 −8	+2 −7 −12	+2 −9 −15	−1 −10 −15	−1 −12 −18	−6 −15 −20	−6 −17 −23	−10 −19 −24	−10 −21 −27	−15 −26 −32	−19 −30 −36	−19 −34 −42
Peste 10 pînă la 18	+17 +4 −2	+8 −3 −8	+11 −2 −8	+3 −8 −13	+3 −10 −16	−1 −12 −17	−1 −14 −20	−7 −18 −23	−7 −20 −26	−12 −23 −28	−12 −25 −31	−18 −31 −37	−23 −36 −42	−23 −40 −49
Peste 18 pînă la 30	+20 +5 −3	+9 −4 −10	+13 −2 −10	+4 −9 −15	+4 −11 −19	−2 −15 −21	−2 −17 −25	−8 −21 −27	−8 −23 −31	−15 −28 −34	−15 −30 −38	−22 −37 −45	−28 −43 −51	−28 −49 −59
Peste 30 pînă la 50	+25 +6 −3	+11 −4 −12	+16 −3 −12	+5 −10 −18	+5 −14 −23	−2 −17 −25	−2 −21 −30	−9 −24 −32	−9 −27 −37	−17 −32 −40	−17 −36 −45	−26 −45 −54	−34 −53 −62	−34 −59 −71
Peste 50 pînă la 65	+29 +6 −5	+13 −6 −15	+19 −4 −15	+7 −12 −21	+7 −16 −27	−2 −21 −30	−2 −25 −36	−11 −30 −39	−11 −34 −45	−20 −39 −48	−20 −43 −54	−32 −55 −66	−41 −64 −75	−41 −71 −86
Peste 65 pînă la 80													−43 −66 −77	−43 −73 −88
Peste 80 pînă la 100	+34 +6 −8	+15 −8 −20	+22 −6 −20	+9 −14 −26	+9 −19 −33	−3 −26 −38	−3 −31 −45	−13 −36 −48	−13 −41 −55	−23 −46 −58	−23 −51 −65	−37 −65 −79	−51 −79 −93	−51 −88 −106
Peste 100 pînă la 120													−54 −82 −96	−54 −91 −109
Peste 120 pînă la 140	+39 +6 −11	+18 −11 −25	+25 −8 −25	+11 −18 −32	+11 −22 −39	−3 −32 −46	−3 −36 −53	−15 −44 −58	−15 −48 −65	−27 −56 −70	−27 −60 −77	−43 −76 −93	−63 −96 −113	−63 −106 −128
Peste 140 pînă la 160													−65 −98 −115	−65 −108 −130
Peste 160 pînă la 180													−68 −101 −118	−68 −111 −133
Peste 180 pînă la 200	+44 +5 −15	+20 −13 −30	+29 −10 −30	+13 −20 −37	+13 −26 −46	−4 −37 −54	−4 −43 −63	−17 −50 −67	−17 −56 −76	−31 −64 −81	−31 −70 −90	−50 −89 −109	−77 −116 −136	−77 −128 −153
Peste 200 pînă la 225													−80 −119 −139	−80 −131 −156
Peste 225 pînă la 250													−84 −123 −143	−84 −135 −160
Peste 250 pînă la 280	+49 −4 −18	+23 −16 −35	+32 −13 −35	+16 −23 −42	+16 −29 −51	−4 −43 −62	−4 −49 −71	−20 −59 −78	−20 −65 −87	−34 −73 −92	−34 −79 −101	−56 −101 −123	−94 −139 −161	−94 −152 −181
Peste 280 pînă la 315													−98 −143 −165	−98 −156 −185

Valorile jocurilor şi stringerilor rezultate din montarea rulmenţilor în alezaje (extras STAS 6671-67)

Diametrul alezajului carcasei mm	Simbolul cîmpului de toleranţă al alezajului carcasei														
	E8	G8	G7	H6	H7	H8	J6	J7	K6	K7	M6	M7	N6	N7	P7
	Jocuri (+), ajustaje probabile (+ sau —) şi stringeri (—), în m														
Peste 6 pînă la 10	+55 +35 +25	+22 +11 +5	+28 +13 +5	+17 +6 0	+23 +8 0	+30 +10 0	+13 +2 —1	+16 +1 —7	+10 —1 —7	+13 —2 —10	+5 —6 —12	+8 —7 —15	+1 —10 —16	+4 —11 —19	—1 —16 —24
Peste 10 pînă la 18	+67 +44 +32	+25 +12 +6	+32 +15 +6	+19 +6 0	+26 +9 0	+35 +12 0	+14 +1 —5	+18 +1 —8	+10 —3 —9	+14 —3 —12	+4 —9 —15	+8 —9 —18	—1 —14 —20	+3 —14 —23	—3 —20 —29
Peste 18 pînă la 30	+82 +54 +40	+29 +14 +7	+37 +17 +7	+22 +7 0	+30 +10 0	+42 +14 0	+17 +2 —5	+21 +1 —9	+11 —4 —11	+15 —5 —15	+5 —10 —17	+9 —11 —21	—2 —17 —24	+2 —18 —28	—5 —25 —35
Peste 30 pînă la 50	+100 +67 +50	+36 +18 +9	+45 +21 +9	+27 +9 0	+36 +12 0	+50 +17 0	+21 +3 —6	+25 +1 —11	+14 —4 —13	+18 —6 —18	+7 —11 —20	+11 —13 —25	—1 —19 —28	+3 —21 —33	—6 —30 —42
Peste 50 pînă la 80	+119 +80 +60	+42 +21 +10	+53 +24 +10	+32 +11 0	+43 +14 0	+59 +20 0	+26 +5 —6	+31 +2 —12	+17 —4 —15	+22 —7 —21	+8 —13 —24	+13 —16 —30	—1 —22 —33	+4 —25 —39	—8 —37 —51
Peste 80 pînă la 120	+141 +95 +72	+49 +24 +12	+62 +29 +12	+37 +12 0	+50 +17 0	+69 +23 0	+31 +6 —6	+37 +4 —13	+19 —6 —18	+25 —8 —25	+9 —16 —28	+15 —18 —35	—1 —26 —38	+5 —28 —45	—9 —42 —59
Peste 120 pînă la 150	+116 +112 +85	+57 +28 +14	+72 +33 +14	+43 +14 0	+58 +19 0	+81 +27 0	+36 +7 —7	+44 +5 —14	+22 —7 —21	+30 —9 —28	+10 —19 —33	+18 —21 —40	—2 —31 —45	+6 —33 —52	—10 —49 —68
Peste 150 pînă la 180	+173 +114 +85	+64 +31 +14	+79 +36 +14	+50 +17 0	+65 +22 0	+88 +29 0	+43 +10 —7	+51 +8 —14	+29 —4 —21	+37 —6 —28	+17 —16 —33	+25 —18 —40	+5 —28 —45	+13 —30 —52	—3 —46 —68
Peste 180 pînă la 250	+202 +134 +100	+74 +35 +15	+91 +40 +15	+59 +20 0	+76 +25 0	+102 +34 0	+52 +13 —7	+60 +9 —16	+35 —4 —24	+43 —8 —33	+22 —17 —37	+30 —21 —46	+8 —31 —51	+16 —35 —60	—3 —54 —79
Peste 250 pînă la 315	+226 +149 +110	+84 +39 +17	+104 +46 +17	+67 +22 0	+87 +29 0	+116 +39 0	+60 +15 —7	+71 +13 —16	+40 —5 —27	+51 —7 —36	+26 —19 —41	+35 —23 —52	+10 —35 —57	+21 —37 —66	—1 —59 —88
Peste 315 pînă la 400	+254 +168 +125	+94 +43 +18	+115 +50 +18	+76 +25 0	+97 +32 0	+129 +43 +0	+69 +18 —7	+79 +14 —18	+47 —4 —29	+57 —8 —40	+30 —21 —46	+40 —25 —57	+14 —37 —62	+24 —41 —73	—1 —66 —98
Peste 400 pînă la 500	+277 +182 +135	+105 +48 +20	+128 +56 +20	+85 +28 0	+108 +36 0	+142 +47 0	+78 +21 —7	+88 +16 —20	+53 —4 —32	+63 —9 —45	+35 —22 —50	+45 —27 —63	+18 —39 —67	+28 —44 —80	0 —72 —108

CAPITOLUL 7

UNGEREA REDUCTOARELOR ȘI TRANSMISIILOR CU ROȚI DINȚATE

7.1. UNGEREA ANGRENAJELOR

Angrenajele din reductoare și cutii de viteze se ung prin barbotare în baie de ulei. În acest scop, cîte o roată dintr-un angrenaj este introdusă în baia de ulei pînă la înălțimea unui dinte însă cel puțin 10 mm și fără a depăși de 6 ori modulul.

În cazul reductoarelor cu mai multe trepte (cînd unele roți nu ajung în baie), ungerea se face cu ajutorul unor roți dințate parazite sau a unor discuri sau linguri de stropire (vezi planșa 69).

Ungerea prin barbotare se aplică la angrenajele care lucrează periodic, cu viteze periferice pînă la 15 m/sec. La viteze peste 15 m/sec., ungerea se execută cu injectoare de ulei. Presiunea uleiului este de obicei de 0,1—0,8 at. (vezi planșa 69).

Pentru ungere se folosesc de obicei uleiuri minerale cu viscozitatea 3—60° $E_{50°C}$. În tabelul 7.1 se indică viscozitățile uleiurilor recomandate pentru diferite materiale și viteze periferice. Cu cît viteza periferică este mai redusă, cu cît presiunea de contact și rugozitatea sînt mai mari, cu atît se folosesc uleiuri mai vîscoase.

Tabelul 7.1

Viscozități recomandate ale uleiurilor (exprimate în grade Engler la 50°C (100°C), utilizate la ungerea reductoarelor cu roți dințate cilindrice și conice

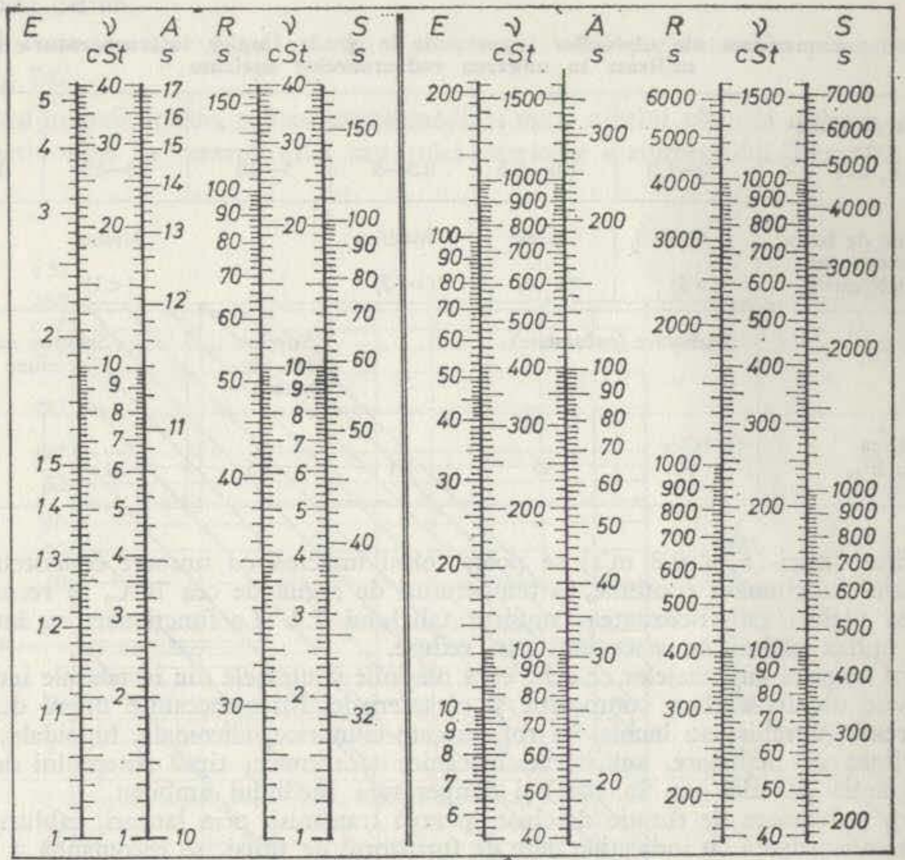
Materialul	σ_r, daN/mm²	$E_{50}(E_{100})$ la viteza periferică v, m/s						
		< 0,5	0,5—1	1—2,5	2,5—5	5—12,5	12,5—25	> 25
Materiale plastice, fontă, bronz	—	24(3)	16(2)	11	8	6	4,5	—
Oțel	47—100	36(4,5)	21(3)	16(2)	11	8	6	4,5
Oțel	100—125	36(4,5)	36(4,5)	24(3)	16(2)	11	8	6
Oțel cementat sau călit superficial	125—158	60(7)	36(4,5)	36(4,5)	24(3)	16(2)	11	8

La reductoarele cu mai multe trepte uleiul de ungere se alege cu o viscozitate corespunzătoare treptei ce transmite cel mai mare moment. În figura 7.1 se dă o nomogramă pentru determinarea viscozității în diferite sisteme de unități.

Pentru volumul băii de ulei se consideră 0,25—0,50 l de ulei pe cal-putere (valorile superioare se iau pentru uleiuri mai vîscoase).

Perioada de schimbare a uleiului este de 1000—5000 ore de funcționare (în cazul în care angrenajul este etanșat și uleiul este filtrat după fiecare 2500 ore de funcționare). Pentru filtrare se pot folosi filtre magnetice.

La reductoarele noi, rodate, uleiul se schimbă după 200—300 ore de funcționare.



ν = vîscozitatea cinematică în cSt (sau m²/s)
E = grade Engler
R = Redwood Standard (Marea Britanie) în secunde (s)
S = Saybolt Universal (SUA) în secunde (s)
A = timpul de scurgere în s dintr-un vas gradat conform DIN 53211 (pentru lacuri, vopsele etc.)
Pentru ν > 60 cSt E = 0,132 ν
În sistemul SI, ν se exprimă în m²/s ; 1 cSt = 10^{-6} m²/s ;

Fig. 7.1. Nomogramă pentru echivalența între diferite unități de viscozitate, determinate la aceeași temperatură.

La reductoarele melcate, din cauza pericolului de gripare, pentru ungere se folosesc uleiuri vîscoase aditivate. La reductoarele melcate ungerea prin barbotare se utilizează la viteze periferice pînă la 10 m/sec. Înălțimea de cufundare a melcului, respectiv a roții melcate în baia de ulei, se ia egală cu înălțimea spirei (dintelui). În cazul în care rulmenții nu sînt etanșați față de baie (ceea ce simplifică construcția), nivelul uleiului trebuie să fie la nivelul centrului corpului de rulare cel mai de jos al rulmenților. Dacă în acest caz melcul nu ajunge în baie, atunci se montează pe arborele melcului discuri cu palete pentru împroșcarea uleiului (vezi planșa 69). La viteze mari ($v_1 > 10$ m/s), ungerea se execută prin introducerea uleiului sub presiune între profilul spirei melcului și al roții melcate.

Tabelul 7.2

Viscozități recomandate ale uleiurilor (exprimate în grade Engler la temperatura de 50°C), utilizate la ungerea reductoarelor melcate

Viteza de alunecare v_{al}, m/s	0—1,0	1,0—2,5	2,5—5	5—10	10—15	15—25
Condițiile de lucru (presiunea pe un dinte, daN/mm²)	Grele (> 3)	Grele (2—3)	Medii (1—2)	Ușoare (<1)		
Felul ungerii	Barbotare (cufundare)			Stropire sau barbotare	Stropire sub presiune	
Viscozitatea uleiului, $E°_{50}$	60	36	24	16	11	7,5

La viteze mici ($v_1 \leqslant 0,8$ m/s) se poate folosi ungerea cu unsoare consistentă.

În cazul funcționării continue, la temperaturi de regim de cca 70°C, se recomandă a se folosi uleiuri cu viscozitatea conform tabelului 7.2. La funcționare cu întreruperi se pot utiliza uleiuri cu viscozități mai reduse.

Pentru ungerea angrenajelor ce echipează mașinile și utilajele din instalațiile industriale, se folosesc uleiuri a căror compoziție și caracteristici fizico-mecanice diferă după tipul de angrenaj (deschis sau închis, cu roți dințate cilindrice, elicoidale, hipoidale, melcate etc.), viteza de acționare, solicitările mecanice și termice, tipul sistemului de ungere (cu circulație de ulei sau în baie) și temperatura mediului ambiant.

Pentru reductoare de turație deschise, pentru transmisii prin lanțuri, cabluri, cremaliere, în concordanță cu indicațiile date de furnizorul de utilaj, se recomandă a se folosi uleiurile R 10020 și G 5019 — N.I.I. 5144-73.

Reductoarele de turație închise (cu roți dințate cilindrice, conice, elicoidale, pseudoconice sau melcate) cu ungere cu circulație de ulei sau în baie de ulei, care funcționează cu solicitări mecanice mari, la temperaturi de maximum 85°C, folosesc uleiuri aditivate (antioxidant, anticorosiv, antispumant și pentru extremă presiune). Uleiurile pentru astfel de condiții de lucru sînt: TIN 25 EP, TIN 42 EP, TIN 55 EP, TIN 82 EP/90, TIN 125 EP/140, TIN 200 EP/220, TIN 300 EP și TIN 210 EPC, conform NID 4944-72. (tab. 7.3). Uleiul TIN 210 EPC, se caracterizează prin bună onctuozitate și este recomandat pentru angrenaje melcate cînd cuplu de frecare este bronz/oțel.

Pentru reductoare de turație care funcționează cu solicitări mecanice foarte mari (cazul unor reductoare de poduri rulante grele sau foarte grele) se recomandă uleiul TIN 110 EP/S care conține aditivi de extremă presiune.

Pentru transmisiile autovehiculelor (cutii de viteză, casete de direcție, diferențiale) se folosesc uleiuri neaditivate și aditivate. Cele neaditivate (T90, T140 tip 1 și T140 tip 2), sînt recomandate pentru autovehicule dotate cu transmisii cu solicitare mică sau moderată, cu angrenaje cilindrice, conice sau melcate, iar cele aditivate (tip antioxidant, anticorosiv, antispumant, antiuzură sau pentru presiuni extreme) cum sînt T 80 EP 2 și T 90 EP 2 pentru autoturisme și autocamioane în funcție de anotimp sau temperatura mediului ambiant. Principalele caracteristici fizico-chimice ale acestor uleiuri sînt indicate în tabelul 7.4.

Tabelul 7.3

Principalele caracteristici fizico-chimice ale uleiurilor pentru transmisii industriale

Simbolul uleiului	Viscozitatea la 50°C (cST)	Viscozitatea convențională la 50°C (°E)	Indicele de viscozitate	Punct de congelare (°C)	Inflamabilitatea M (°C)
R 10020	—	20—25 la 100°C	—	+20	160
G 5019	—	19—21	—	—12	150
TIN 25 EP	21—26	3—3,6	—	—25	195
TIN 42 EP	37—45	5—5,5	—	—25	210
TIN 55 EP	50—57,5	—	—	—20	—
TIN 82 EP/90	82—90	11—12	60	—20	230
TIN 125 EP/140	130—140	16—18,5	60	—15	235
TIN 200 EP/220	200—220	28—29,5	70	—10	240
TIN 300 EP	230—300	35	70	0	255
TIN 210 EPC	210—225	28,5—29,5	65	—10	245
TIN 110 EP/S	—	13—15	84	+5	230

Tabelul 7.4

Principalele caracteristici fizico-chimice ale uleiurilor pentru transmisiile autovehiculelor

Simbolul uleiului	Viscozitatea la 98,9°C (cST)	Viscozitatea convențională (°E)	Indice de viscozitate	Punct de congelare (°C)	Inflamabilitate M (°C)
T 90	21—25	3—3,5/100°C	—	—15	170
T 140 tip 1	27—31	3,7—4,2/100°C	—	2	175
T 140 tip 2	31,8—35,8	4,3—4,8/100°C	75	0	260
T 80 EP 2	10—11,5	7—8,5/50°C	85	—20	200
T 90 EP 2	16,5—18	14—19/50°C	85	—20	220

7.2. UNGEREA LAGĂRELOR CU RULMENȚI

Alegerea lubrifianților (ulei sau unsori) pentru lagăre cu rulmenți și stabilirea intervalelor de ungere, se face în funcție de mărimea, turația, sarcina și temperatura de lucru a rulmentului.

În general lubrifianții lichizi, față de cei consistenți, au o serie de avantaje ca: stabilitate fizico-chimică mai mare, posibilitatea utilizării la turații și temperaturi ridicate cît și la temperaturi foarte joase; evacuarea mai ușoară a căldurii care se produce în lagăr; rezistență mai mică opusă corpurilor în rostogolire (ceea ce permite folosirea lor la dispozitive precise și sensibile); înlocuirea fără a se demonta ansamblul; posibilitatea de dozare a ungerii etc. Ca dezavantaje se pot aminti: etanșarea dificilă a lagărului; pierderi prin scurgere în timp; nevoia unui control permanent al prezenței etc.

Ungerea cu unsoare consistentă este avantajoasă deoarece conduce la: construcții simple ale lagărelor; etanșare mai simplă și la un cost mai redus; protejare mai bună a rulmentului contra agenților externi; pierderi de lubrifiant mai mici etc.

Alegerea tipului de lubrifiant se face în funcție de produsul $d_m n$ (d_m — diametrul mediu al rulmentului, în mm; n — turația în rot/min). În tabelul 7.5 se dau indicații privind alegerea tipului de lubrifiant.

Tabelul 7.5

Tipuri de lubrifianți funcție de produsul $d_m \cdot n$

$d_m \cdot n$ mm·rot/min	Tipul lubrifiantului
<50.000	Orice fel de unsoare consistentă, inclusiv unsoare sintetică
Peste 50.000 pînă la 150.000 inclusiv	Uleiuri minerale, unsori consistente nesintetice
Peste 150.000 pînă la 300.000 inclusiv	Uleiuri minerale de viscozitate medie și unsori consistente pe bază de săpunuri de calciu și sodiu și pe bază de litiu. Nu se recomandă exces de unsoare în carcasele lagărelor cu rulmenți pentru a nu provoca o creștere a temperaturii rulmenților
Peste 300.000 pînă la 600.000 inclusiv	Se folosește o ungere cu ulei mineral de viscozitate mică, alimentarea uleiului făcîndu-se cu ajutorul unui fitil de ungere sau cu ungere prin ceață de ulei produsă cu ajutorul unui pulverizator adecvat lucrînd cu aer comprimat
Peste 600.000 pînă la 1.200.000 inclusiv	Se utilizează o ungere cu ulei mineral împins sub presiune și cu scurgere liberă sau prin absorbție. În cazul unor rulmenți mici și supuși unor forțe mici se poate folosi ungere cu ceață de ulei. Se recomandă și asigurarea unei răciri artificiale
Peste 1.200.000	Idem ca în zona anterioară cu mențiunea că asigurarea răcirii artificiale este obligatorie

În figura 7.2 se dă o nomogramă pentru alegerea viscozității uleiului în funcție de diametrul fusului, turație și temperatura de funcționare. Exemplu: Se dă $d = 340$ mm, $n = 500$ rot/min și $t = 70$°C. Se ridică o verticală la $d = 340$ mm pînă la intersecția cu dreapta care corespunde turației $n = 500$ rot/min., (punct S) de unde se duce o orizontală care intersectează toate ordonatele de temperatură. Pe abscisă în dreptul temperaturii de lucru 70°C se ridică o verticală care intersectează orizontala în punctul V_1 de unde se duce o paralelă cu dreptele înclinate pînă la intersecția cu ordonate corespunzătoare temperaturii de 50°C (punctul V_2). De aici se duce o orizontală care va indica un ulei cu viscozitate de 27 cSt la 50°C. Din tabelul 7.6 se alege uleiul cu viscozitatea cerută.

Diferite sisteme de ungere cu ulei a rulmenților sînt prezentate în planșele 70, 71, 72, 73 și 74.

În cazul ungerii lichide, pentru turații medii și mici, nivelul uleiului trebuie să ajungă aproximativ pînă la centrul bilei sau rolei inferioare a rulmentului. Pentru $n \leqslant 1000$

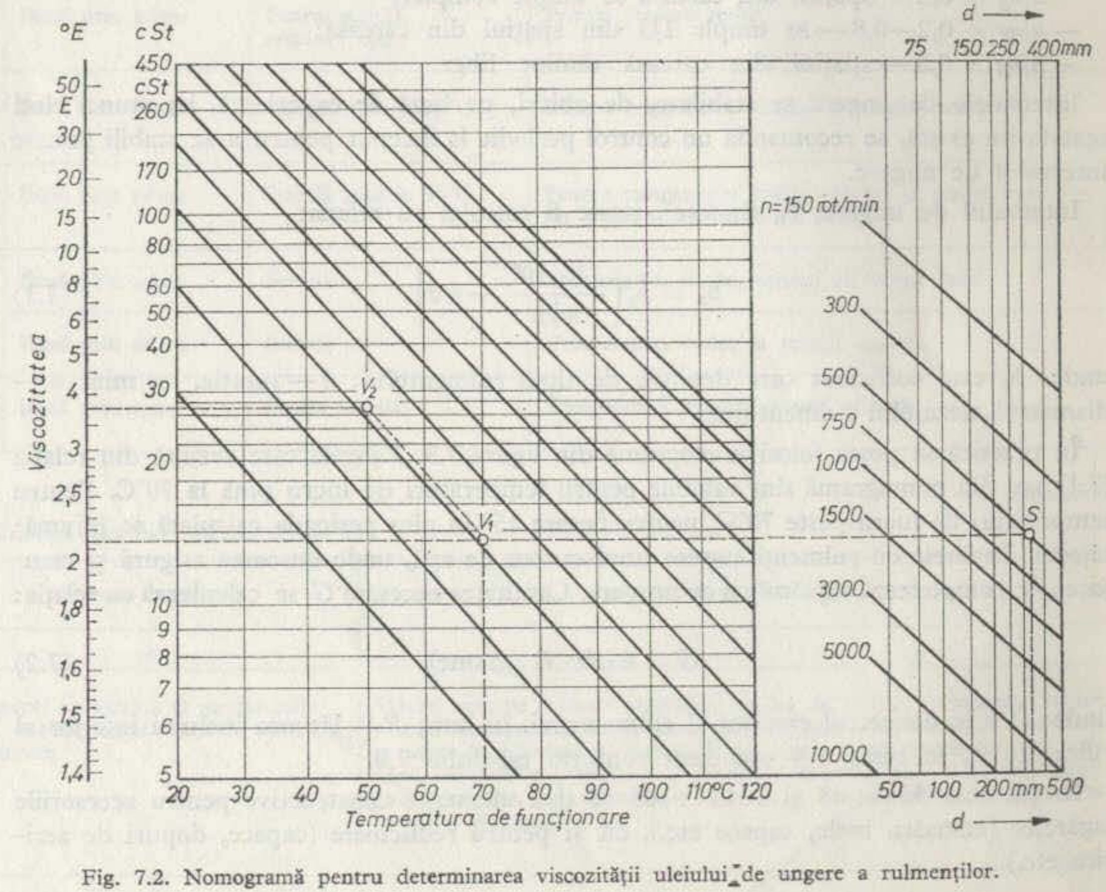


Fig. 7.2. Nomogramă pentru determinarea viscozității uleiului de ungere a rulmenților.

rot/min la fiecare 30 de zile se verifică nivelul uleiului și se procedează la completarea lui, la fiecare 6 luni uleiul se înlocuiește. În cazul unor turații mai mari, aceste intervale se scurtează.

La rulmenții de gabarite mijlocii și mari, viscozitatea uleiului la temperatura de regim trebuie să fie de minimum 12 cSt, (respectiv 2°E).

La rulmenții de dimensiuni mici, funcționînd la turații ridicate, pentru a se putea micșora rezistența la pornire se pot folosi uleiuri cu viscozitate mai mică.

În condiții normale de exploatare pentru ungere se folosesc unsori consistente. În tabelul 7.7 sînt prezentate informativ proprietățile unor unsori utilizate frecvent pentru ungerea rulmenților, iar în tabelul 7.8 se indică unsorile consistente folosite pentru rulmenți.

Cantitatea de unsoare necesară ungerii unui lagăr cu rulmenți, în general depinde de turația arborelui. Practic spațiul liber din rulment se umple complet cu unsoare consistentă, iar spațiul din carcasă se umple parțial în funcție de raportul n/ng (n — turația arborelui, iar ng — turația maximă a rulmentului dată în catalog). Astfel cînd:

— $n/ng < 0,2$ — spațiul din carcasă se umple complet;
— $n/ng = 0,2—0,8$ — se umple 1/3 din spațiul din carcasă;
— $n/ng > 0,8$ — spațiul din carcasă rămîne liber.

Intervalele de ungere se stabilesc, de obicei, pe bază de experiență, iar atunci cînd aceasta nu există, se recomandă un control periodic la început pentru a se stabili practic intervalul de ungere.

Intervalul de ungere, θ_u (în ore), poate fi calculat cu relația:

$$\theta_u = k_0\left(\frac{14 \cdot 10^6}{n\sqrt{d}} - 4\,d\right), \qquad (7.1)$$

unde: k_0 este coeficient care depinde de tipul rulmentului; n — turația, rot/min; d — diametrul alezajului rulmentului.

În practică se poate folosi nomograma din figura 7.3. Valorile care rezultă din relația (7.1) sau din nomogramă sînt valabile pentru temperaturi de lucru pînă la 70°C. Pentru temperaturi de lucru peste 70°C, pentru fiecare 15° în plus perioada calculată se înjumătățește. Lagărele cu rulmenți supuse unui curent de apă, unde unsoarea asigură și etanșarea, se completează săptămînal cu unsoare. Cantitatea necesară G se calculează cu relația:

$$G = k \cdot D \cdot B \text{ (grame)}, \qquad (7.2)$$

unde: D este diametrul exterior al rulmentului, în mm; B — lățimea inelului interior al rulmentului, în mm; k — coeficient conform tabelului 7.9.

În planșele 55...68 și 104...105 se dau elemente constructive pentru accesoriile lagărelor (etanșări, inele, capace etc.), cît și pentru reductoare (capace, dopuri de aerisire etc.).

Tabelul 7.6

Uleiuri minerale pentru rulmenți

Simbolul uleiului	Viscozitatea la 50°C (°E)	Viscozitatea la 50°C (cSt)	Punct de congelare (°C)	Inflamabilitate M (°C)	Recomandări de utilizare
M 20 (cu adaos de depresant)	4,5—5,5	29—45	—20	205	Pentru ungerea rulmenților care funcționează la temperaturi joase (cca —12...—20°C)
M 50	18,5—20	141—152	0	250	Pentru ungerea rulmenților care funcționează la turații relativ mici, sarcini mari sau la temperaturi de peste 80°C
I 42	5—6	38—45	—15	190	Pentru ungerea rulmenților cu turații ridicate. Ungerea se face prin picurare cu fitil
I 70	8,5—9,5	65—72	—15	210	Pentru ungerea rulmenților mai solicitați
K 40	5—6	38—45	—20	200	Pentru ungerea rulmenților motoarelor electrice și ai mașinilor-unelte
K 65	8—9	61—68	—25	220	Pentru ungerea rulmenților care preiau sarcini mari sau care lucrează la peste 50°C
K 90	10,5—12,5	80—95	—10	225	Pentru ungerea rulmenților în cazul unor angrenaje închise, la solicitări grele, la compresoare, motoare Diesel, concasoare etc.
K 120	15—17	115—130	—5	240	Pentru ungerea rulmenților folosiți la motoare de autovehicule și tractoare, cu degajare de căldură excesivă, compresoare și angrenaje care lucrează la sarcini mari și temperaturi înalte
K 150	19—21	145—160	—5	250	Pentru ungerea rulmenților din mașini cu solicitări grele și care lucrează la temperaturi de peste 80°C

Tabelul 7.7

Principalele caracteristici ale unsorilor pentru rulmenţi

Nr. crt.	Unsoare	Element de ingroşare. Ulei de bază	Domeniul de temperatură °C	Rezistenţa la îmbătrînire	Protecţia anticorosivă	Comportarea la apă	Indicaţii speciale
1	Calciu	Săpun de bază. Ulei mineral	—20 +50	Bună	Bună prin adaos	Foarte stabilă, respinge apa	Bună etanşare contra apei, apa nu este absorbită
2	Natriu	Săpun de bază. Ulei mineral	—10 +120	Bună	Bună	Instabilă	Emulsionează cu apa şi devine fluidă
3	Litiu	Săpun de bază. Ulei mineral	—20 +120	Foarte bună	Bună prin adaos	Stabilă pînă la 90°C	Emulsionează cu puţină apă, iar la cantitate mai mare devine moale
4	Litiu	Săpun de bază. Ulei sintetic	—60 +130	Foarte bună	Bună prin adaos	Stabilă pînă la 90°C	Pentru temperaturi joase şi adecvată pentru turaţii mari. Frecare redusă
5	Complexă de calciu	Săpun complex de bază. Ulei mineral sau sintetic	—25 +130	Foarte bună	Bună prin adaos	Foarte stabilă, respinge apa.	Pentru presiuni mari
6	Complexă de natriu	Săpun complex de bază. Ulei mineral sau sintetic	—30 +140	Foarte bună	Bună prin adaos	Stabilă pînă la 80°C	Pentru temperaturi înalte şi sarcini mari
7	Complexă de bariu	Săpun complex de bază. Ulei mineral	—30 +140	Foarte bună	Bună prin adaos	Stabilă pînă la 90°C	Pentru temperaturi înalte, sarcini şi turaţii mari (în funcţie de uleiul de bază)
8	Poliuree	Compus organosintetic. Ulei sintetic.	—30 +175	Foarte bună	Bună prin adaos	Stabilă	Temperaturi înalte, sarcini şi turaţii mari
9	Geluri	Anorganic	—20 +150	Foarte bună	Bună prin adaos	Stabilă	Temperaturi înalte şi turaţii scăzute
10	Bentonită	Ulei mineral	—20 +200	Foarte bună	Bună prin adaos	Foarte stabilă	Temperaturi înalte la turaţii scăzute

Tabelul 7.8

Unsori consistente pentru rulmenţi (extras STAS 1608-72)

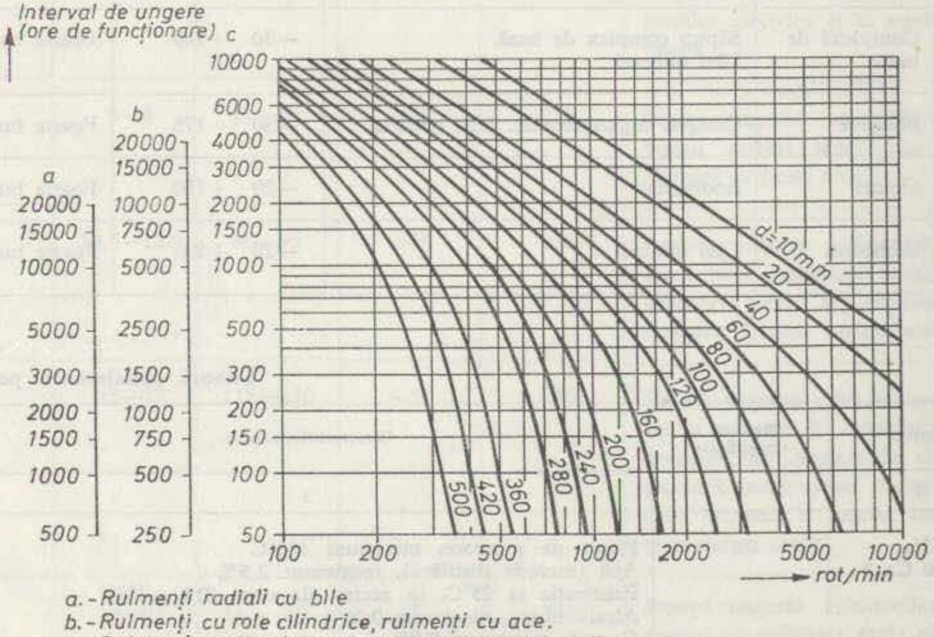
Simbol	Bază de saponificare	Caracteristici tehnice	Indicaţii de utilizare	Utilajul la care se foloseşte
1	2	3	4	5
RUL 100 Ca 3	Ca	Punct de picurare, minimum 100°C Apă (metoda distilării), maximum 2,5% Penetraţie la 25°C, în zecimi de mm, 215...255 Alcalii libere, maximum 0,20% Cenuşă, maximum 2,5% Rezistă la coroziune; încercare după STAS 562-55 Rezistă min. 72 ore la 60°C.	Rulmenţi cu sarcină şi turaţie mijlocie la temperaturi de 65°C maximum	Maşini agricole inclusiv tractoare, maşini de ridicat, reductoare, lagăre pentru laminoare la rece, gatere şi alte maşini în industria lemnului, vagonete linii forestiere, butuci de roţi auto, prese pentru brichete cărbuni, compresoare, ventilatoare, motoare electrice de putere mai mare, poduri rulante, axul direcţiei la vapoare. Se recomandă pentru umplerea nuturilor de etanşare

1	2	3	4	5
RUL 145 Na 3	Na	Punct de picurare minimum 145°C Apă (metoda distilării), maximum 0,2% Penetrație la 25°C, în zecimi de mm, 215...255 Alcalii libere, maximum 0,20% Cenușă, maximum 4% Rezistă la coroziune; încercare după STAS 562-55 Rezistă min. 72 ore la 100°C	Rulmenți cu sarcină și turație mijlocie și mare, la temperaturi de lucru de 100°C maximum	Mașini agricole, mașini pentru industria hîrtiei, motoare cu ardere internă, pompe, compresoare, turbo generatoare, în vehicule pentru căi ferate, cutii de unsoare pentru căi ferate, pentru vagonete de uscare, în industria forestieră, concasoare, motoare electrice și ventilatoare mari
RUL 165 Na 4	Na	Punct de picurare, minimum 165°C Apă (metoda distilării), maximum 0,2% Penetrație la 25°C, în zecimi de mm 170...240 Alcalii libere, maximum 0,20% Cenușă, maximum 4,5% Rezistă la coroziune; încercare după STAS 562-55 Rezistă min. 72 ore la 100°C	Rulmenți cu sarcină mare și turație mijlocie la temperatură de lucru pînă la 120°C maximum	Lagăre pentru laminoare la cald, cărucioare pentru cuptoare de uscat pînă la 120°C, exhaustoare și ventilatoare mari pentru gaze fierbinți, cutie de unsoare pentru căi ferate, motoare electrice de tracțiune, concasoare, mașini pentru industria hîrtiei
RUL S 140 Na Ca 3	Na + Ca	Punct de picurare, minimum 140°C Apă (metoda distilării) maximum 0,2% Penetrație la 25°C, în zecimi de mm 215...255 Penetrație la —20°C, în zecimi de mm, min. 80 Alcalii libere, maximum 0,20% Cenușă, maximum 3% Rezistă la coroziune; încercare după STAS 562-55 Rezistă min. 72 ore la 100°C.	Rulmenți cu sarcină și turație mijlocie și temperatură de lucru pînă la maximum 80°C	Lagăre pentru tractoare inaccesibile pentru stropii de apă, la roțile tramvaielor și troleibuzelor.

Tabelul 7.9

Valorile coeficientului k funcție de intervalul de ungere

Interval de ungere	k
zilnic	0,0012—0,0015
săptămînal	0,0015—0,0020
lunar	0,0020—0,0030
anual	0,0030—0,0045
2—3 ani	0,0045—0,0055



a.- Rulmenți radiali cu bile
b.- Rulmenți cu role cilindrice, rulmenți cu ace.
c.- Rulmenți oscilanți cu role, rulmenți radial-axiali cu role conice, rulmenți axiali cu bile.

Fig. 7.3. Nomogramă pentru stabilirea intervalului de ungere cu unsoare consistentă a rulmenților.

BIBLIOGRAFIE

1. Beizelman, R. D., ş.a., *Podşipniki kacenia.* Spravocinik, Iz. Maşinostroenie, Moskva, 1975.
2. Botez, E., *Angrenaje.* Editura tehnică, Bucureşti, 1962.
3. Bunescu, V., ş.a., *Raţionalizarea calculelor în proiectare.* Editura tehnică, Bucureşti, 1970.
4. Cernavski, S. A., ş.a., *Proectirovanie mehaniceskih peredaci.* Iz. Maşinostroenie, Moskva, 1976.
5. Chişiu, Al., ş.a., *Organe de maşini.* Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1976.
6. Creţu, S., ş.a., *Angrenaje. Îndrumar de proiectare.* Litografia I. P. Iaşi, 1979.
7. Crudu, I., Ştefănescu, I., Palaghian, L., *Reductoare cu roţi dinţate. Date de proiectare,* Litografia Universitatea din Galaţi, 1976.
8. Crudu, I., Jâşcanu, M., Panţuru, D., Ştefănescu, I., Palade, V., Bologa, O., *Organe de maşini. Îndrumător pentru proiectare, vol. I şi II.* Litografia Universitatea din Galaţi, 1979.
9. Crudu, I., Ştefănescu, I., Panţuru, D., Palade, V., *Îndrumar pentru alegerea rulmenţilor.* Litografia Universitatea din Galaţi, 1979.
10. Crudu, I., Constantin, V., Ştefănescu, I., Palaghian, L., *Alegerea şi determinarea consumului de lubrifiant la mecanismele de transmisie,* al II-lea Simpozion privind utilizarea raţională a lubrifianţilor în producţie, Galaţi, 27—29 aprilie 1976.
11. Daşkievici, B., Diacenko, S. K., Stolbovoi, S.Z., *Atlas detalei maşin.* Gostehizdat, Kiev, 1958.
12. Davîdov, B. L., ş.a., *Reductorî.* Maşghiz, Moskva, 1963.
13. Demian, T., *Elemente constructive de mecanică fină.* Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1974.
14. Drăghici, I., ş.a., *Calculul şi construcţia cuplajelor.* Editura tehnică, Bucureşti, 1978.
15. Fronius, St., *Maschinenelemente. Antriebselemente.* VEB, Verlag Technik, Berlin, 1971.
16. Furnică, M., *Îndrumător pentru construcţia lagărelor cu rulmenţi.* MICMG, Bucureşti, 1974.
17. H.-Chr. Graf v. Seherr-Thoss, *Die Entwicklung der Zahnrad-Technik,* Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1965.
18. Horovitz, B., *Reductoare şi variatoare de turaţie.* Editura tehnică, Bucureşti, 1963.
19. Horovitz, B., *Organe de maşini.* Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1969.
20. Kudriavţev, V. N., *Zubciatîe peredaci.* Maşghiz, Moskva, 1957.
21. Lascu-Simion, N., Rotenstein, B., *Alegerea oţelurilor pentru construcţii mecanice.* Institutul de cercetări metalurgice, Secţia de utilizare raţională a oţelurilor, Bucureşti, 1973.
22. Lăzărescu, I., ş.a., *Toleranţe şi măsurători tehnice.* Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1969.
23. Manea, Gh., *Organe de maşini, vol. I.* Editura tehnică, Bucureşti, 1970.
24. Manea, Gh., *Organe de maşini, vol. II.* Editura tehnică, Bucureşti, 1958.
25. Micloşi, V., ş.a., *Îndrumător pentru alegerea oţelurilor.* Editura tehnică, Bucureşti, 1966.
26. Maros, D., *Angrenaje melcate.* Editura tehnică, Bucureşti, 1966.
27. Miloiu, Gh., Dudiţă, Fl., *Transmisii mecanice moderne.* Editura tehnică, Bucureşti, 1971.
28. Muha, T. I., ş.a., *Privodî maşin.* Spravocinik, Iz. Maşinostroenie, Leningrad, 1975.
29. Neumann, Al., ş.a., *Grundlagen der Schweisstechnik.* VEB, Verlag Technik, Berlin, 1976.
30. Niemann, G., *Maschinenelemente, Band II.* Springer Verlag, Berlin, 1965.
31. Paizi, Gh., ş.a., *Organe de maşini şi mecanisme.* Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1977.
32. Pavelescu, D., ş.a., *Tribologie.* Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1977.
33. Pij, O. A., ş.a., *Reductori sudovîh turboagregatov.* Iz. Sudostroenie, Leningrad, 1975.
34. Popescu, N., *Alegerea şi tratamentul termic al oţelurilor pentru roţi dinţate.* Editura tehnică, Bucureşti, 1968.
35. Rabinovici, I., ş.a., *Rulmenţi.* Editura tehnică, Bucureşti, 1977.
36. Reşetov, D., *Organe de maşini.* Editura tehnică, Bucureşti, 1963.
37. Ripianu, A., Crăciun, I., *Osii, arbori drepţi şi arbori cotiţi.* Editura tehnică, Bucureşti, 1977.
38. Rögnitz, H., *Proiectarea formei.* Editura tehnică, Bucureşti, 1958.
39. Sauer, L., ş.a., *Angrenaje, vol I—II.* Editura tehnică, Bucureşti, 1970.
40. Seltea, C., ş.a., *Materiale plastice în construcţia de maşini.* Editura tehnică, Bucureşti, 1966.
41. Ştefănescu, Cl., Ştefănescu, D. M., *Îndreptar pentru turnători.* Editura tehnică, Bucureşti, 1972.
42. Tauscher, H., *Zulässige Spannungen für Standardisierte metalischen Werkstoffe.* Ed. X, Fachbuchverlag, Leipzig, 1967.
43. Teodorescu, C. C., ş.a., *Îmbinări sudate.* Editura tehnică, Bucureşti, 1972.
44. Vasu, T., Bularda, Gh., *Transmisii planetare cu roţi dinţate.* Editura tehnică, Bucureşti, 1972.
45. x x x *Manualul inginerului mecanic, vol. III — Mecanisme, organe de maşini, dinamica maşinilor.* Editura tehnică, Bucureşti, 1976.
46. x x x *Metodă generală pentru calculul geometric şi de rezistenţă al angrenajelor paralele cilindrice exterioare şi interioare, cu dantura dreaptă şi înclinată.* TS 40, MICM, Bucureşti, 1979.
47. x x x *DIN 3990-1970, Zahnungberechnung.*
48. x x x *Catalogue 274, USOCOME SE-W.*
49. x x x *Catalog Wülffel.*
50. x x x *Catalog Oerlikon-Angrenaje spiroconice.*
51. x x x *Catalog Bonfiglioli Ridutori s.p.a.*
52. x x x *SKF-Hauptkatalog.* Schweinfurt, 1977.
53. x x x *SKF-Lagerbeispiele.* Schweinfurt, 1977.
54. x x x *Catalog de rulmenţi,* 372.
55. x x x *Spravocinik o primeneniu i norman rashoda smazocinîh materialov.* Moskva, 1969.
56. x x x *Catalogul produselor petroliere PECO,* 1974.
57. x x x *Indicatorul standardelor de stat.* Editura tehnică, Bucureşti, 1977.
58. x x x *Colecţia standarde-organe de maşini.* Editura tehnică, Bucureşti, 1970, 1972, vol. I II.
59. x x x *Colecţia standarde-toleranţe şi ajustaje.* Editura tehnică, Bucureşti, 1969.
60. x x x *SI-Einheiten Taschenbuch SKF.*